STUDIES ON THE ENDOCRINE GLANDS OF THE SALMONOID FISH, AYU, *PLECOGLOSSUS ALTIVELIS* TEMMINCK ET SCHLEGEL IV. THE FATE OF THE UNSPAWNED EGGS AND THE NEW CROPS OF OOCYTES IN THE SPENT OVARY

(*With 15 Text-figures*)

Yoshiharu HONMA*

(Received May 26, 1961)

In a previous paper I reported that all the so-called Otu-nen Ayu which have survived after spawning and are found in rivers are female, and that no new oocytes as younger oocytes produced by partial reabsorption of reserve-fund eggs are found in the spent ovary (HONMA, 1959 b). These facts have been regarded as points of difference between the land-locked Ayu which spawn two or three times during their life-span since SUZUKI (1939) has confirmed the existence of young oocytes in this form. More recently, I have been puzzled to find young oocytes in the spent ovary of some of the so-called Otu-nen Ayu collected from the same places as those previously described. Re-examination of my original material has not revealed oocytes, so an account of these new specimens is of interest.

In fish which spawn several times over the course of several years, it is considered that the corpora lutea originating from both post-ovulation and pre-ovulation (=atretic follicles) are the source of hormone production (BRETSCHNEIDER and DE WIT, 1947; HOAR, 1955; STOLK, 1951, 1957; TATEISHI, 1956 etc.). I have therefore re-examined the histological picture of the course of regression of unspawned eggs in the spent ovary of the Ayu.

Materials and Methods

All twenty-one spent fish, consisting of the ordinary Ayu and Otu-nen Ayu, used in this study have been described in previous papers (HONMA, 1959 a, b; 1960). The material was mostly fixed in BOUIN's solution, embedded in paraffin, cut serially at 8 μ, and stained with DELAFIELD's haematoxylin-eosin, HEIDENHAIN's haematoxylin-light green and Azan triple stain.

Observations

The belly of adult fish just before spawning swells remarkably, owing to the

* Dept. Biol., Fac. Sci., Niigata Univ., Niigata, Japan. (本間義治，新潟大学理学部生物学教室)

presence of a great number of mature eggs. After spawning, the body rapidly becomes emaciated. Four specimens among the fish examined and caught on November 20th, 1958, have a number of abortive eggs in the spent ovary. It is interesting that all the Otu-nen Ayu collected after January have ovaries consisting of two components. The greater part of the body cavity is occupied by the ovarian sheath containing the unspawned ovarian eggs, while in the vicinity of the cloaca there is another small block of eggs derived from the regressing left ovary. A similar block is found in the right side, and both protrude outside the abdominal cavity when the belly is slit open.

Most of the unspawned eggs are immature and deposited in the ovary as abortive eggs. All of them are undergoing degeneration. There are a small number of eggs in the yolk vesicle stage and a large number in the yolk globule or later stages. The unspawned eggs may be distinguished from normal ones by the absence of nuclei in the former. However, the unspawned eggs have a perfect oolemma with distinct radial striations surrounding the fine granular yolk ball, and many vacuoles are recognized in the egg cavity. The granulosa cells (=cells of the follicular epithelium) are present in the various conditions: very high columnar cells with elliptical nuclei in their basal ends; cells of moderate height separate from each other; and cells with indistinct outline containing ovoid nuclei. The periphery of the granulosa is surrounded by a thin theca with capillaries. These atretic features correspond to those of the *a*-phase described by Dutch workers (Figs. 1 and 2).

Ovulation scars are scattered among the unspawned eggs, and two types of granulosa can be recognized. One is shaped like a pinna, since a point of rupture still remains. The other is ellipsoid since the rupture has united. In either case the broad empty follicle cavity (=follicular hole) remains in the central part of the scar; the outline of the granulosa cells is indistinct; the shape and size of the nuclei are irregular; and the cells are in a disorderly arrangement (Figs. 1 and 2). The granulosa is surrounded by a thick theca constructed chiefly of smooth muscle fibres which make contact with the ovarian lamellae. Between the granulosa and theca there are fibres of connective tissue.

In the specimens taken in February the follicular hole becomes reduced and the granulosa reaches a state of hypertrophy. These high columnar cells have their nuclei located towards the follicular hole. On the other hand, the ovarian lamellae surrounding the vestiges of ovulation and the atretic follicles become thick gradually. It is characteristic of the lamellae that large irregular yellow pigment granules are scattered within it (Fig. 3).

We shall now consider the process of oolysis in the atretic follicles prior to ovulation. First, the yolk globules become united with each other, form a large mass, and pass gradually into a state of liquefaction. Vacuoles are found in the yolk mass, but the majority of them are situated just below the oolemma. These features are

still characteristic of the *a*-phase.

The granulosa cells become hypertrophied with large, pale, ovoid nuclei in their central region. A part of the yolk which lies near oolemma becomes completely liquefied, and some of the granulosa cells cross the oolemma and invade the region of liquid. These granulosa cells appear to be involved in phagocytosis. In some sections, yolk granules, varying in size and likely to be have been gathered by phagocytosis, are scattered through the granulosa cells. It seems probable that these particles of yolk are derived from the reunion of yolk ingested by the granulosa cells. Sometimes, vacuoles are found in the granulosa. The degree of contact between the granulosa and oolemma is variable: the two components may remain in contact or be quite separate, the space between them being filled with liquefied yolk. These feature are comparable to those of the *b*-phase (Figs. 4 to 7).

As a result of the absorption of the contents of the eggs, the following features of atretic follicles are found. (1) Follicles with scanty, thin liquefied yolk in their cavities, and surrounded by a hypertrophic granulosa. (2) Empty follicles surrounded by degenerated granulosa; the follicle having the so-called signet-ring appearance, although the oolemma still exists. However, discrimination between the vestiges of ovulation and atretic follicles can be made without difficulty. More immature ovarian eggs regress without hypertropy of the granulosa, only a homogeneous yolk remaining.

Beyond this stage, atretic follicles of spherical contour are seldom encountered. The spent ovary of fish which have survived beyond February is characterised by the presence only of a highly convoluted oolemma, without egg contents or granulosa. However, a small quantity of ingested egg contents and invaded granulosa cells may be found in the reduced cavity. It is suggested that this sequence show the course of degeneration and absorption of the content of the eggs. As a result of regression of ovarian eggs the ovary itself becomes reduced to a thin band. These corpora lutea are comparable to those of the *c*-phase (Fig. 8).

As mentioned above the rate and mode of regression of ovarian eggs in a single ovary are not uniform. Furthermore, another type of regression should be mentioned: here the granulosa is indistinct, the remnant of the oolemma is discontinuous and convoluted, and some granulosa cells occupy the ovum cavity. These cells are in a state of hypertrophy indicating the production of some substance, in the regression, and in a spherical mass (=so-called cell pearl). Mature corpora lutea with yellow pigment granules comparable to the *d*-phase of Dutch workers have not been found although the regressive ovarian egg has begun the formation of an atretic corpus luteum which has some sinusoids within its ovum cavity (Figs. 9 and 10).

As was described in the preceeding paper, young oocytes could not recognized in the spent ovary of Otu-nen Ayu caught as late as February 11th, 1958, and the same was true of 1959. However, in the spent ovaries of four fish out of five obtained on April 10th, 1959, some young oocytes were encountered. These were situated in the

hypertrophic lamellar membrane after ovulation. Young oocytes may be seen with naked eye, since many of them are located near the ovarian sheath. Others are scattered among the atretic follicles. In each case, however, four to six young oocytes can be counted in a section of a single cyst. Occasionally, cysts communicate with each other and form a large mass (Figs. 11 and 12).

The most developed young oocytes have reached the stage of having peripheral nucleoli, and their homogeneous ooplasm with ovoid contour surrounds the periphery of the cycloid nuclei. The mean diameter of the oocytes is 60 μ (mx. 80 μ) in the longer axis, 50 μ in the shorter, and the diameter of nucleus is ca. 35 μ, rarely reaching 42 μ.

In the somewhat younger oocytes the nuclei are rather more elliptical, and are surrounded by coarse ooplasm. More younger oocytes, in the state of chromatin nucleoli, have an indistinct outline and scanty ooplasm. There may be ten or more of these in a single ovary. The nuclei of these oocytes are round in shape, ca. 14 μ in diameter, and the chromatin is concentrated in a clearly recognizable mass. Some of the nuclei are packed close together. There are a few clusters of oocytes with nuclei, ca. 7 μ in diameter; the chromatin substance of which is disposed in the peripheral region of the karyoplasm. It seems probable that these are derived from nests of oogonia, although the oogonia have not yet been demonstrated clearly. In addition, a few oocytes which had reached the peripheral nucleolus stage were detected in the spent ovary of a fish collected on May 21st, 1958 (Figs. 13 to 15).

The young oocytes are surrounded by the lamellar membrane which contains scattered, yellow pigment granules and melanin.

Considerations

The process of regression in the unspawned eggs of the Ayu coincides well with that of other species of fish described by previous investigators. The oolemma with distinct radial striations maintains its affinity for dyes, and exists for a long time as a thick folded membrane. The course of collapse and ingestion of yolk by the active granulosa (*a*, *b*, and *c*-phase) is similar to that described by other workers (Bretschneider and de Wit, 1947, *Rhodeus*; Stolk, 1951, *Lebistes*, 1957, *Dermogenys*; Hoar, 1955, *Carassius*; and Beach, 1959, *Carassius* etc.). In the ovary of the Ayu, however, the ultimate corpus luteum (=*d*-phase) containing yellow pigment granules in the ovum cavity has not been observed, and only indications of the process of formation of corpora lutea (=*a*, *b*, and *c*-phase) have been demonstrated. Hoar (1955) considered that hypertrophy of the granulosa is a constant feature of the preovulation corpus luteum of teleosts and the source of the ovarian hormones. Stolk (1951, 1957) states that the histological structure of the corpus luteum of *Dermogenys* corresponds closely with that of *Lebistes*, and that luteal cycles during the gestation are similar

although these two species of viviparous fish belong to systematically very remote families. It seems, therefore, that the corpora lutea accomplish an important task during gestation. On the other hand, BEACH (1959) is of the opinion that the granulosa of *Carassius* merely produces enzymes which digest the yolk and prepare it for absorption into the blood, since there is no histological evidence that these cells produce hormones. The granulosa of the Ayu also plays a role in the destruction, transfer and ingestion of yolk, but there is no histological indication of hormonal secretion. HISAW and HISAW (1959) suggest that in elasmobranch fishes this activity of the granulosa represents the original function of luteal bodies and that endocrine function, as seen for example, in mammals, is a later adaptation, although the corpora lutea are formed by atresia of yolk-laden follicles and subsequent to ovulation. STENGER (1959) found many atretic follicles in the spent ovary of *Mugil*, but no structure comparable with those of mammals and other species of fish. It seems necessary to clarify the chemical nature and origin of the yellow pigment granules scattered in the lamellar membrane of the spent ovary of Ayu, and the author proposes to attempt this in the near future.

Reports dealing with the formation and maturation of ovarian eggs, the process of ovulation, and the regression of unspawned eggs in the spent ovary of some species of fish have been published by several Japanese workers, such as YAMAMOTO, K. (1954, 1956, *Liopsetta*), TATEISHI (1956, *Carassius*) and YAMAMOTO, T. S. (1955 a, b, *Oryzias*, *Oncorhynchus*, *Clupea*, and *Lampetra*). SUZUKI (1939), HONMA (1959 b) and SUKO (1960) reported on the spent ovary of the Ayu, *Plecoglossus*. The results of these investigations it has been suggested that the eggs in a single ovary of some salmon and salmonoid fish which die after their first spawning are peculiar in that all the eggs develop to almost same stage, and that extraordinary younger oocytes are not encountered in the spent ovary. However, the present investigation has demonstrated that the ordinary spent post-spawning fish (so-called Otu-nen Ayu) have young oocytes which are in a stage comparable to those of the young Ayu and the land-locked Otu-nen Ayu. WEISEL (1947) reported that the oocytes are present in the spent ovary of the sockeye, *Oncorhynchus nerka*. ROBERTSON and WEXLER (1960) did not find any cells similar to oogonia in the king salmon, *O. tschawytscha*, although a few immature ova of normal appearance were present after ovulation. The young oocytes found in the spent ovary of Ayu are neither immature unspawned eggs (so-called reserve fund eggs) nor younger eggs reorganized owing to partial reabsorption of ooplasm as in *Liopsetta* (YAMAMOTO, K., 1954). Therefore, it seems probable that the new oocytes of the Ayu are derived from the residual oogonia, although nests of oogonia like those in the spent ovary of the mullet, *Mugil cephalus* (STENGER, 1959) have not been distinctly recognized.

It is difficult to discover whether or not these new oocytes continue their vitellogenesis and maturation, and develop into a fully ripe condition. Not many new

oocytes can be counted in a section (from two or three only to several hundreds), and even if the fish could survive the winter it seems likely that they would die before the following June in the natural environment (KOBAYASHI, 1938). Moreover, it is still questionable whether these eggs are ejected after maturation. Thus, we cannot say with certainty whether or not the spent fish can deposit two sets of eggs. The author is now planning an examination of the spent ovary of the naturally landlocked Otu-nen Ayu, and attempting to collect specimens from various districts of Japan proper, since the materials used for the present account have been limited to the rivers of Niigata Prefecture, on the coast of the Sea of Japan.

Summary

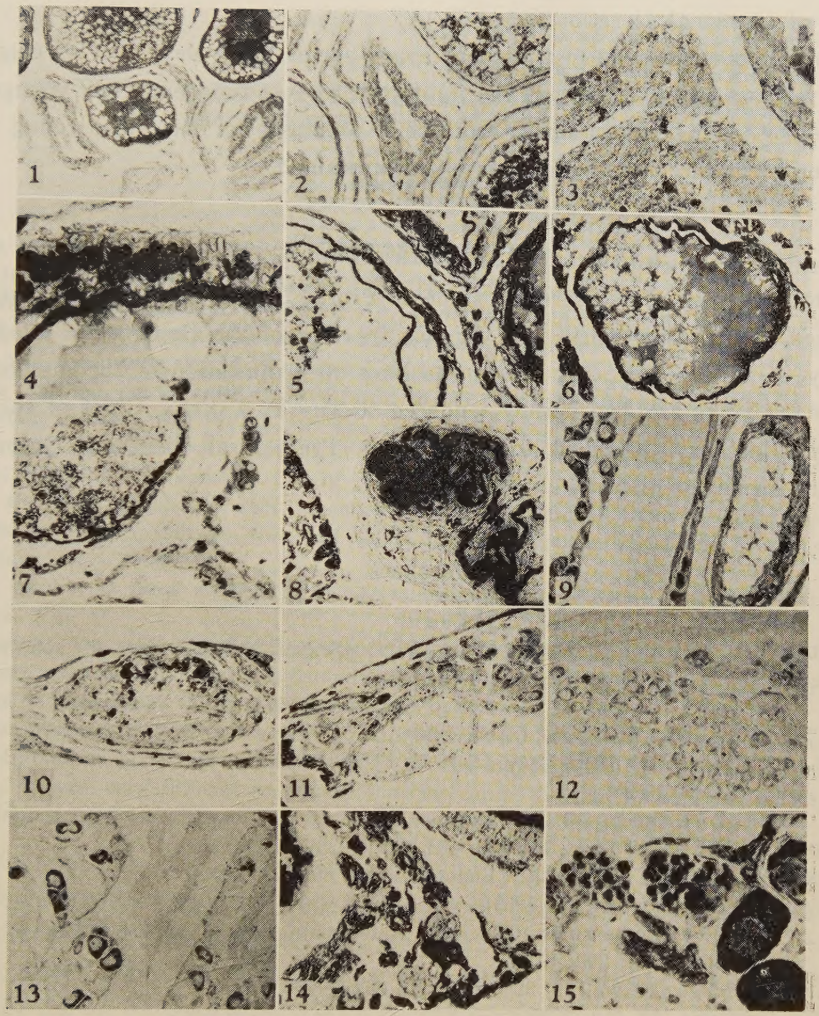
The spent ovaries of Otu-nen Ayu that have survived in the rivers after spawning have been examined cyto-histologically.

The problems concerned are:

1. Morphological changes in the ovulation scar in the course of time.
2. The process of regression of unspawned eggs, and particularly, the collapse and ingestion of yolk attacked by the active granulosa or follicular epithelium, the persistence of the oolemma, and the development of atretic follicles.
3. The appearance and descent of young new oocytes found mainly in the hypertrophic lamellar membrane.

Explanation of figures

Fig. 1. Atretic oocytes corresponding to the primary yolk stage and ovulation scars. × 50.
Fig. 2. *a*-phase atretic oocytes and an empty follicles. × 75.
Fig. 3. Ovarian lamellae including large irregular yellow pigment granules. × 150.
Fig. 4. A part of a *b*-phase atretic follicle showing active granulosa and oolemma. Some of granulosa cells are invading the region of liquefied yolk. × 150.
Fig. 5. *a*-, and *b*-phase atretic follicles. × 150.
Fig. 6. A *b*-phase atretic follicle showing liquefied yolk. × 50.
Fig. 7. A *b*-phase atretic follicle and some young oocytes in the peripheral nucleolus stage. × 50.
Fig. 8. *c*-phase atretic follicles showing convolution of oolemma. × 50.
Fig. 9. A *c*-phase atretic follicle with ovum cavity and young oocytes in peripheral nucleolus stage. × 50.
Fig. 10. A *c*-phase atretic follicle indicating invation of granulosa cells and remnants of oolemma. × 50.
Fig. 11. A mass of young oocytes corresponding to peripheral nucleolus stage and a *c*-phase atretic follicle. × 50.
Fig. 12. A mass of young oocytes located near the ovarian sheath. × 50.
Fig. 13. Scattering oocytes found in the ovarian sheath. × 50.
Fig. 14. Cysts of younger oocytes with scanty ooplasm. × 50.
Fig. 15. Nests of more younger oocytes corresponding to chromatin nucleolus stage and three oocytes in peripheral nucleolus stage. × 200.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

In the ovary of Ayu the corpora lutea are formed from granulosa both of post-ovulation (=vestige of ovulation) and of pre-ovulation eggs (=atresia of yolk-laden follicles), but production of yellow pigment granules in the ova cavities has not been recognized. It seems likely that the granulosa of pre-ovulation corpora lutea merely play a part in the destruction, transfer, and ingestion of yolk, since there is no clear indication of hormonal secretion.

The young ovarian eggs in the spent ovary seems to be new oocytes originating from the residual oogonia, but not the immature reserve-fund eggs nor younger ones reorganized by partial absorption of ooplasm. Whether or not these young oocytes can develop to mature functional eggs is undetermined.

Acknowledgements

I wish to express my sincere gratitude to Prof. K. Matsubara of the Department of Fisheries, Kyoto University, and Dr. R. Strahan of the Department of Zoology, University of Hong Kong, for kindly checking the translation of the manuscript of this paper. Thanks are also hereby tendered to Mr. T. Taneda, Chief of the Agano River Fish Hatchery, attached to the Niigata Prefectural Fisheries Experimental Station, for supply of material.

References

Beach, A. W.: Canad. J. Zool., **37**, 615 (1959).
Bretschneider, L. H. and J. J. Duyvené de Wit: Sexual endocrinology of non-mammalian vertebrates. Monog. Prog. Res. Holland, 146 p.
Hisaw, F. L. Jr. and F. L. Hisaw: Anat. Rec., **135**, 269 (1959).
Hoar, W. S.: Mem. Soc. Endocrin., (4), 5 (1955).
Honma, Y.: J. Fac. Sci., Niigata Univ., Ser. II, **2**, 225 (1959a).
———: ibid., **2**, 235 (1959b).
———: Annot. Zool. Japon., **33**, 234 (1960).
Kobayashi, H.: J. Fish. (Tokyo), **33**, 209, 265, 320 (1938). (in Japanese)
Robertson, O. H. and B. C. Wexler: Endocrinology, **66**, 222 (1960).
Stenger, A. H.: Zoologica, **44**, 53 (1959).
Stolk, A.: Proc. Roy. Netherlands Acad. Sci., Amsterdam, Ser. C, **54**, 558 (1951).
———: Acta Morphol., **1**, 209 (1957).
Suko, T.: Zool. Mag. (Tokyo), **69**, 32 (1960). (in Japanese)
Suzuki, K.: Cytologia, **10**, 113 (1939).
Tateishi, S.: Bull. Fac. Fish., Nagasaki Univ., (4), 26 (1956). (in Japanese with English summary)
Yamamoto, K.: J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VI, Zool., **12**, 362 (1956).
Yamamoto, T.: Jap. J. Ichthyol., **4**, 182 (1955).

Recruitment のあるときの PETERSEN 型資源量推定法について

能勢幸雄

(1961 年 7 月 13 日受理)

ON THE PETERSEN-TYPE ESTIMATE OF FISH POPULATION UNDER THE EXISTENCE OF RECRUITMENT

Yukio NOSE*

The extent of overestimation in the PETERSEN-type estimate of fish population size, caused by the recruitment occuring throughout the experiment, was analysed. Here, the type of recruitment was considered for two cases, i. e., a constant rate of recruitment which means that the ratio of recruitment to the size of fish population at each time is costant, (Table 1 and Fig. 1), and a constant size of recruitment which means that the size of recruitment in each period is constant, but the ratio of recruitment to the population size at each time is generally not constant (Table 2 and Fig. 2).

By using the tagged ratio method, it was easy to remove the bias in the PETERSEN-type estimate, caused by the constant rate of recruitment (Eqns. 16 and 17). But, the bias in the case of the constant size of recruitment was a little difficult to remove, except the case in which the relationship between time and the reciprocal of sample tagged ratio is approximately linear (Eqns. 22, 23 and 24).

The validity of these methods were ascertained by the bead-drawing experiment (Table 3, Fig. 3 and Fig. 4).

Moreover, the bias of the estimate by PETERSEN method when the tag diminution and the recruitment exist simultaneously will obviously be larger than the bias which occurs when they exist independently (Eqns. 28, 29 and 30).

It was possible to remove the bias of estimate, caused by the constant rate of recruitment and tag diminution occurring simultaneously, by the tagged ratio method (Eqns. 31 and 32). However, it was very difficult to remove the bias caused by the simultaneons occurrence of the constant size of recruitment and the tag diminution (Eqn. 34).

標識魚の再捕尾数を用いて放流時の資源尾数を推定するとき，放流後に加入 (Recruitment) があると，ふつうの PETERSEN 式による計算結果は過大推定となる。

このかたよりを除く方法として，1) 標識魚の年令や成長を考慮して，放流後の漁獲物中から放流時に一定の大きさ以下であつたものの数を除いて計算する純生物学的な方法[1),2)]，2) 加入と死亡があつても資源尾数が平衡状態にあると仮定できる場合に，標本標識率の平方根を逆正弦変換した値の系列を用いて放流時の母標識率を推定する方法[3)]，3) 移入 (Immigration) と逸散 (Emmigration) が現存尾数に比例すると仮定して，DELURY の Catch-Effort 法[4),5)] を非標識魚，標識魚の漁獲尾数の双方に適用して，かたよりのない推定値を得る方法などがある。

本報では，標識放流後に継続して加入がある場合，それが各期の現存尾数に比例して起こるときと，ある一定の水準で起こる場合とに分けて，ふつうの PETERSEN 式を用いた場合の過大推定の程度を見つもると

* 東大農学部水産学部 (Fish. Inst., Fac. of Agr., Univ. of Tokyo, Bunkyo-ku, Tokyo).

ともに，標本標識率の逆数の系列を用いて，このかたよりを除く方法をみちびき，さらにビーズを用いたモデル実験で，この方法の実用性を検討した結果について述べる。

なお，本研究の費用の一部は文部省科学研究費によつた。

加入のあるときの推定値のかたよりの大きさ

（1） 加入が現存尾数に比例する場合

推定の対象とする漁獲資源の初期尾数を N_0，うち X_0 尾を標識魚とする。漁獲係数を F，自然死亡係数を M，加入係数を R とすると，標識放流後第 r 期までの総漁獲尾数 C_r は，

$$C_r = \frac{FN_0}{F+M-R}\left\{1-e^{-(F+M-R)r}\right\} \qquad (1)$$

$$(F+M-R \neq 0 \text{ のとき})$$

であらわせる。ただし，データを集計する等しい小期間（日，週，旬など）の単位を1とし，F, M, R などはいずれもこの単位にもとづいてはかつたものとする。

$F+M-R=0$ のときの C_r は，

$$C_r = rFN_0 \qquad (2)$$

である。また，第 r 期までの標識魚の総再捕尾数 C_{Xr} は，

$$C_{Xr} = \frac{FX_0}{F+M}\left\{1-e^{-(F+M)r}\right\} \qquad (3)$$

である。したがつて，C_r, C_{Xr} および標識放流尾数 X_0 を用いて，ふつうの PETERSEN 式で放流時の資源尾数を推定すると，

$$\hat{N}_{(r)} = N_0\left\{\frac{(F+M)(1-e^{-(F+M-R)r})}{(F+M-R)(1-e^{-(F+M)r})}\right\} \qquad (4)$$

$$(F+M-R \neq 0 \text{ のとき})$$

および

$$\hat{N}_{(r)} = \frac{rN_0(F+M)}{1-e^{-(F+M)r}} \qquad (5)$$

$$(F+M-R=0 \text{ のとき})$$

を得る。

(4) 式であらわされる $\hat{N}_{(r)}$ は，$R=0$ のときの以外は常に N_0 より大きく，r が増加するにつれて過大推定の程度も増大する。

いま，推定値のかたより率を $\gamma_{(r)}$ であらわすと，($\gamma_{(r)}=\hat{N}_{(r)}/N_0$)，(4) 式からは，

$$\gamma_{(r)} = \frac{(F+M)(1-e^{-(F+M-R)r})}{(F+M-R)(1-e^{-(F+M)r})} \qquad (6)$$

を得る。$R=0$ のときは，$\gamma_{(r)}=1$ となり，期待値としては当然かたよりを生じない。また，(5) 式からは，

$$\gamma_{(r)} = \frac{r(F+M)}{1-e^{-(F+M)r}} \qquad (7)$$

あるいは，

$$\gamma_{(r)} = \frac{rR}{1-e^{-Rr}} \qquad (8)$$

を得る。

Table 1. $\gamma_{(r)}$, value of $\hat{N}_r/N_0$, the extent of overestimation in the PETERSEN-type estimate, caused by the constant rate of recruitment which means that the ratio of recruitment to the size of fish population at each time is constant.

$Z = 0.01$

r \ R	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05	0.10
1	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.05
2	1.00	1.00	1.01	1.02	1.05	1.11
3	1.00	1.00	1.01	1.03	1.08	1.16
4	1.00	1.00	1.02	1.04	1.11	1.23
5	1.00	1.00	1.04	1.05	1.13	1.29
10	1.00	1.03	1.05	1.10	1.29	1.70
20	1.01	1.05	1.10	1.22	1.68	5.78
50	1.02	1.12	1.27	1.65	4.06	25.1

$Z = 0.05$

r \ R	0.01	0.02	0.05	0.10
1	1.00	1.01	1.02	1.05
2	1.01	1.02	1.05	1.10
3	1.01	1.03	1.08	1.16
4	1.02	1.04	1.10	1.22
5	1.02	1.05	1.13	1.29
10	1.05	1.09	1.27	1.65
20	1.09	1.17	1.58	2.72
50	1.18	1.37	2.72	12.2

$Z = 0.02$

r \ R	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05	0.10
1	1.00	1.00	1.01	1.01	1.03	1.05
2	1.00	1.01	1.01	1.02	1.05	1.11
3	1.00	1.01	1.02	1.03	1.08	1.16
4	1.00	1.01	1.02	1.04	1.11	1.23
5	1.00	1.01	1.03	1.05	1.13	1.29
10	1.00	1.02	1.05	1.10	1.29	1.69
20	1.01	1.05	1.10	1.21	1.66	3.00
50	1.02	1.11	1.34	1.58	3.67	21.2

$Z = 0.10$

r \ R	0.01	0.02	0.05	0.10
1	1.00	1.01	1.03	1.05
2	1.01	1.02	1.05	1.10
3	1.01	1.03	1.07	1.16
4	1.02	1.04	1.10	1.21
5	1.02	1.08	1.12	1.27
10	1.04	1.09	1.24	1.58
20	1.07	1.14	1.46	2.31
50	1.11	1.24	1.84	5.03

Z: Total mortality coefficient. R: Coefficient of recruitment.
r: The time after liberation, when the estimation is done.

Table 1 は，(6), (7) 式にもとづいて，全減少係数 $Z=F+M$ が 0.01, 0.02, 0.05, 0.10 のときに，R を 0.001, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05, 0.10 と変えて $\gamma_{(r)}$ を計した結果である。

また，Fig. 1 はそれを図示したものである。

これらの図表から明らかなように，推定値 $\hat{N}_{(r)}$ のかたより率 $\gamma_{(r)}$ は，Z と R の相対的な大きさおよび r できまる。すなわち，R が大きいほど γ も大きいが，同じ大きさの R に対しては，Z が大きいほど相対的に γ は小さくなる。また，$Z > R$ のときは，$\gamma_{(r)}$ は Z と R できまるかたより率の最大値 $Z/(Z-R)$ に近づく傾向を示す。しかし，$R \geq Z$ となると，上に凹の曲線となり，かたよりは加速度的に大きくなることがわかる。$R=Z$ というのは，資源が平衡状態にある場合であり，$R > Z$ は資源が増大している状態である。この型の標識放流は大部分の加入が終つてから行なわれるのがふつうであるから，実際にこのような大きなかたよりを生じることはあまりないだろう。

（2） 加入がある一定の水準で継続して起こるとき

(1) の終りでも述べたように，標識放流はふつう加入の影響を除くため，大部分の加入が終つてから行なわれるから，放流後の加入はあるとしても時間の経過とともに減少して行くと考えられる。すなわち，各期の加入尾数を $R'(t)$ とすると，たとえば $R'(t)=R'-bt$, (b は const.) ような形であらわし得ると思われるが，ここでは $b=0$, すなわち，加入が毎期 R' という大きさで継続して起こる場合について考えてみよう。

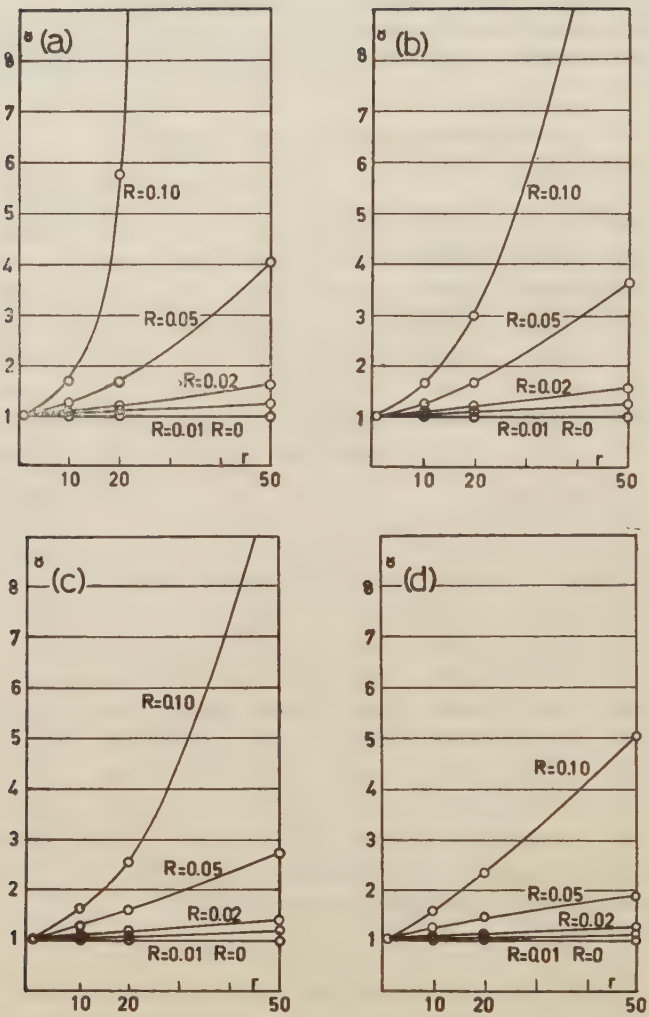


Fig. 1. γ, the relative size of overestimation in the PETERSEN-type estimate, caused by the constant rate of recruitment (same data as in Table 1).
(a) Z: 0.01; (b) Z: 0.02; (c) Z: 0.05; (d) Z: 0.10

((a) でとりあげた $Z > R$ の場合が，時間の経過とともに加入の大きさが減る場合とも見れる。)

この場合の放流後第 r 期までの総漁獲尾数 C_r は，

$$C_r = \frac{F}{F+M}\left\{rR' + (1 - e^{-(F+M)r})\left(N_0 - \frac{R'}{F+M}\right)\right\} \tag{9}$$

となる。また，同じ期間の標識魚の再捕尾数 C_{Xr} は，

$$C_{Xr} = \frac{F X_0}{F+M}\left\{1 - e^{-(F+M)r}\right\} \tag{10}$$

である。したがつて，第 r 期までの総漁獲尾数 C_r，再捕尾数 C_{Xr} および標識放流尾数 X_0 を用いて，ふつうの PETERSEN 式で，放流時の資源尾数を推定すると，

$$\hat{N}_{(r)}=N_0+R'\left(\frac{r}{1-e^{-(F+M)r}}-\frac{1}{F+M}\right) \tag{11}$$

を得る。(11) 式の右辺第2項は，$R'>0$ のとき常に正であるから，$\hat{N}_{(r)}$ は常に N_0 より大きく，また，$\hat{N}_{(r)}$ は r の増加とともに増大する。$R'=0$ のときは，$\hat{N}_{(r)}=N_0$ であり，かたよりは生じない。

いま，推定値のかたより率を $\gamma_{(r)}$ であらわすと ($\gamma_{(r)}=\hat{N}_{(r)}/N_0$),

$$\gamma_{(r)}=1+\alpha\left(\frac{r}{1-e^{-(F+M)r}}-\frac{1}{F+M}\right) \tag{12}$$

を得る。ただし，$\alpha=R'/N_0$ である。

(12) 式にもとずいて，全減少係数 $Z=F+M$ が 0.01, 0.02, 0.05, 0.10 のとき，α を 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 と変えて $\gamma_{(r)}$ を計算した結果が Table 2 である。

Table 2. $\gamma_{(r)}$, value of $\hat{N}_r/N_0$, the extent of overestimation in the PETERSEN-type estimate, caused by the constant size of recruitment which means that the size of recruitment in each period is constant.

$Z=0.01$

r \ α	0.001	0.005	0.01	0.05	0.10	0.20
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.01	1.01	1.05	1.10	1.20
3	1.00	1.01	1.01	1.07	1.14	1.27
4	1.00	1.01	1.02	1.10	1.20	1.41
5	1.00	1.01	1.02	1.12	1.25	1.49
10	1.01	1.03	1.05	1.25	1.50	2.01
20	1.01	1.05	1.10	1.52	2.03	3.06
50	1.03	1.14	1.27	2.35	3.71	6.41

$Z=0.02$

r \ α	0.001	0.005	0.01	0.05	0.10	0.20
1	1.00	1.00	1.00	1.03	1.05	1.10
2	1.00	1.01	1.01	1.05	1.10	1.20
3	1.00	1.01	1.02	1.08	1.15	1.31
4	1.00	1.01	1.02	1.10	1.20	1.40
5	1.00	1.01	1.02	1.13	1.25	1.50
10	1.01	1.03	1.05	1.26	1.52	2.03
20	1.01	1.05	1.11	1.53	2.07	3.13
50	1.03	1.15	1.29	2.46	3.91	6.82

$Z=0.05$

r \ α	0.001	0.005	0.01	0.05	0.10	0.20
1	1.00	1.00	1.00	1.02	1.05	1.10
2	1.00	1.00	1.01	1.05	1.10	1.20
3	1.00	1.01	1.02	1.08	1.15	1.31
4	1.00	1.01	1.02	1.10	1.21	1.41
5	1.00	1.01	1.03	1.13	1.26	1.52
10	1.01	1.03	1.05	1.27	1.54	2.08
20	1.01	1.06	1.12	1.58	2.16	3.13
50	1.03	1.17	1.34	2.72	4.45	7.89

$Z=0.10$

r \ α	0.001	0.005	0.01	0.05	0.10	0.20
1	1.00	1.00	1.00	1.03	1.05	1.10
2	1.00	1.01	1.01	1.05	1.10	1.21
3	1.00	1.01	1.02	1.08	1.16	1.31
4	1.00	1.01	1.02	1.11	1.21	1.42
5	1.01	1.01	1.03	1.14	1.27	1.54
10	1.01	1.03	1.06	1.29	1.58	2.16
20	1.04	1.07	1.13	1.66	2.31	3.63
50	1.09	1.20	1.40	3.02	5.03	9.07

Z: The total mortality coefficient. α: R/N_0, the ratio of recruitment to the initial size of fish population. r: The time after liberation, when the estimation is done.

また，その一部を図示したのが Fig. 2 である。

これらの図表から明らかなように，$\gamma_{(r)}$ は Z と α (いいかえれば R') および r できまるが，標識減耗のあるとき[7] および (1) で示した現存尾数に比例した加入のある場合とはちがつて，この場合には Z が大きいときほど同じ大きさの α，したがつて同じ大きさの R' に対して相対的にかたよりが大きくなることがわかる。

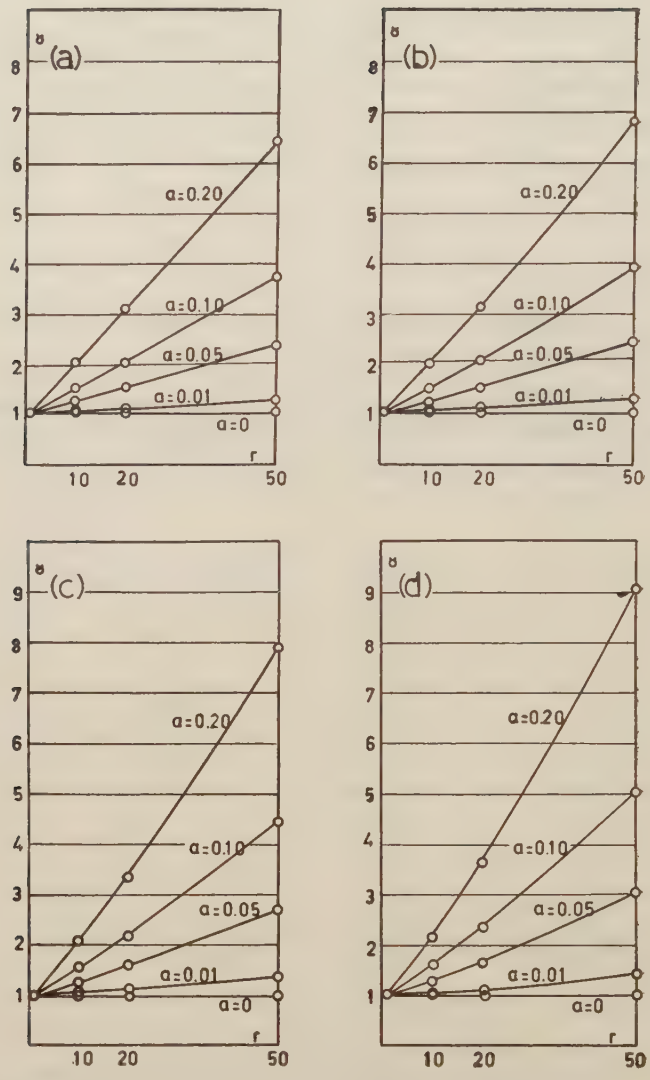


Fig. 2. The relative size of overestimation in the PETERSEN-type estimate, caused by the constant size of recruitment (same data as in Table 2).
(a) Z: 0.01; (b) Z: 0.02; (c) Z: 0.05; (d) Z: 0.10

また，$R'=(F+M)N_0$ のときは，(1) の $R=(F+M)$ の場合とまつたく同じ大きさのかたよりとなることも明らかである。

標識率法による資源尾数の推定

前記のように，加入のあるときの PETERSEN 型の推定は過大となるが，この加入にもとずく推定値のかたよりを標本標識率の系列を用いて除くことを考えてみよう。

（i） 加入が現存資源尾数に比例するとき

前節と同じ記号を用いると，第 r 期における総漁獲尾数 C_r' は，

$$C'_r = \frac{FN_0}{F+M-R} e^{-(F+M-R)(r-1)} \left\{ 1 - e^{-(F+M-R)} \right\} \tag{13}$$

$(F+M-R \neq 0$ のとき$)$

および，

$$C'_r = FN_0 \qquad (F+M-R = 0 \text{ のとき}) \tag{14}$$

となる。同じ期間の標識魚の再捕尾数 C'_{Xr} は，

$$C'_{Xr} = \frac{FX_0}{F+M} e^{-(F+M)(r-1)} \left\{ 1 - e^{-(F+M)} \right\} \tag{15}$$

である。

したがつて，第 r 期における標本標識率 p_r の逆数を考えると，

$$\frac{1}{p_r} = \left(\frac{1}{P}\right) \frac{(F+M)(1-e^{-(F+M-R)})}{(F+M-R)(1-e^{-(F+M)})} e^{(r-1)R} \tag{16}$$

を得る*。ただし，$F+M-R \neq 0$ のとき。P は X_0/N_0（放流時の母標識率）である。また，$F+M-R=0$ のときは，

$$\frac{1}{p_r} = \left(\frac{1}{P}\right) \frac{(F+M)}{(1-e^{-(F+M)})} e^{(r-1)R} \tag{17}$$

となる。

(16), (17) 式は，$(r-1)$ に対して $1/p_r$ の対数変換した値が直線的に変化し，その回帰係数が加入係数 R を与え，また，この回帰直線の y 切片が初期標識率 P についての情報を与えることもわかる。

さて，(16), (17) 式は前報[7] の (8) 式と同形であるから，F, M, R のかなりの範囲まで次の近似が成立する。すなわち，上記の半対数直線の y 切片を a とすると，

$$\left(\frac{\hat{1}}{P}\right) = e^a \left(\frac{1}{1+R/2}\right) \tag{18}$$

として，$1/P$ が近似的に求められる。$1/P$ の推定ができれば，X_0/P として放流時の資源尾数の推定ができる。

また，$1/P$ の分散も，

$$V\left(\frac{\hat{1}}{P}\right) = \left(\frac{2e^a}{2+R}\right)^2 \left\{ V(a) + \frac{V(R)}{(2+R)^2} - \frac{2}{2+R} V(a,R) \right\} \tag{19}$$

で近似的に計算できる。ただし，$V(a)$, $V(R)$ はそれぞれ a, R の分散であり，$V(a,R)$ は a と R の共分散である。

(19) 式を用いて，$\hat{N}$ の精度が見積もれる。

なお，ここでは漁獲係数 F の時期による変化は考えなかつたが，F が $F_1, F_2, \cdots\cdots F_r$ と変化しても (16)～(19) 式はほぼ同様に成立する。したがつて，標識法として fin-clipping を用いた場合などに，標識減耗がまつたくないと考えられるとき，$1/p_r$ の値を半対数方眼紙にプロットして，それが直線に近いなら，ここに述べた手順で，加入の影響を除いた初期資源尾数および加入係数 R の推定ができる。

(ii)　加入が一定水準で継続して起こるとき

この場合の，第 r 期における総漁獲尾数 C'_r は，

$$C'_r = \frac{F}{F+M} \left\{ R' + \left(N_0 - \frac{R'}{F+M} \right) e^{-(r-1)(F+M)} \left(1 - e^{-(F+M)} \right) \right\} \tag{20}$$

である。したがつて，第 r 期の標本標識率の逆数は，

---

* (16) 式を，

$$p_r = P \frac{(F+M-R)(1-e^{-(F+M)})}{(F+M)(1-e^{-(F+M-R)})} e^{-(r-1)R}$$

としてもいい。(17) 式についても同様である。

$$\frac{1}{p_r}=\frac{R'e^{(r-1)(F+M)}}{X_0(1-e^{-(F+M)})}+\frac{1}{P}-\frac{R'}{X_0(F+M)} \tag{21}$$

から，

$$\frac{1}{p_r}=\frac{1}{P}+\frac{R'}{X_0(F+M)}\left\{e^{(r-1)(F+M)}-1\right\} \tag{22}$$

と近似できる*。

(22) 式は，3つのパラメタ，$1/P$, $R'/X_0(F+M)$ および，$(F+M)$ をもつ非線型の函数であつて，最小2乗法の計算を反覆して，これらの値をきめなくてはならない。これらの母数の近似値は選点法できめることができるが，不連続な分布である $1/p_r$ のバラツキはかなり大きいから，r の小さいときは (22) 式のあてはめはかなり厄介であろう。

このような場合には，さらに思いきつた近似をして，2次式

$$\frac{1}{p_r}=\frac{1}{P}+\frac{R'}{X_0}(r-1)+\frac{R'(F+M)}{2X_0}(r-1)^2 \tag{23}$$

あるいは，直線式

$$\frac{1}{p_r}=\frac{1}{P}+\frac{R'}{X_0}(r-1) \tag{24}$$

を用いるのが実際的であるかも知れない。

次に，(i), (ii) で得た推定式のおのおのを，ビーズを用いたモデル実験で検討してみよう。

(iii) モデル実験

初め，ボウル(漁場)に白玉(非標識魚) 4000，赤玉（標識魚) 1000，計 5000 の資源をつくり毎回よく攪拌してサンプリングを行なつた。漁獲死亡，自然死亡のいずれの場合も，白玉はそのままもとへもどし，赤玉のみを青玉にとりかえた。つまり，加入の大きさが非標識魚の死亡数に等しい場合にあたる。この場合，非標識魚の数は全く変化しないから，加入数も 160 のまわりにランダムにばらつくことと，資源の減少（標識魚の減少のみ）はさして大きくなく，現存尾数に比例した加入のある場合と見なしても，さほど大きなちがいはないことから，(i), (ii) いずれの計算も可能となる。すなわち，F, M とも 0.02 としたので，(i) の推定式のための R はほぼ 0.032，(ii) の計算のための R' は上記のとおりほぼ 160 であつた。

漁獲死亡のデータを Table 3 に示す。

Table 3. The data of bead-drawing experiment. The parameters given in this experiment are as follows; N_0, initial size of population: 5000; P, initial tagged ratio: 0.20; F, fishing mortality coefficient: 0.02; M, natural mortality coefficient: 0.02; R, recruitment coefficient: 0.032, viz. R, number of recruitment in each period: 160.

No.	Total catch (White+Red)	Untagged (White)	Recovery (Red)
1	100	79	21
2	100	82	18
3	100	81	19
4	96	77	19
5	98	83	15
6	93	80	13
7	96	79	17
8	94	82	12
9	95	77	18
10	99	86	13
11	94	80	14
12	95	82	13
13	89	80	9
Total	1249	1048	201

a) ふつうの PETERSEN 法による推定

$$\hat{N}=\frac{1249\times 1000}{201}=6213$$

* 単位の期間を短かくして，F, M などを小さくしているので，

$$1-e^{-(F+M)}=(F+M)-\frac{(F+M)^2}{2!}+\frac{(F+M)^3}{3!}+\cdots\cdots+(-1)^{n-1}\frac{(F+M)^n}{n!}+\cdots\cdots$$

において，2次以上の項を無視したものである。

95% の信頼区間は 5498～7141 と明らかに過大推定である。

b) 現存尾数に比例した加入と見たとき ((16) 式)

$$\log_e\left(\frac{1}{p_r}\right)=1.6004+0.04190(r-1) \qquad (25)$$

(回帰は高度に有意)

から,

$$\frac{1}{P}=4.813 \qquad \therefore \quad \hat{N}=4813$$

95% の信頼区間は 4035～5591. また, $\hat{R}=0.0419$, その 95% 信頼区間は 0.0205～0.0633 となり, まず妥当な結果と思われる (Fig. 3)。

c) 一定数の加入と見たとき

1. 直線近似 ((24) 式)

$$\frac{1}{p_r}=4.742+0.2814(r-1) \qquad (26)$$

(回帰は高度に有意)

$\therefore \quad \hat{N}=4742$

その 95% 信頼区間は 3694～5790. また, $R'/X_0=0.2814$ から $R'=281$, 95% の信頼区間は 133～429 となり, (b) にくらべて, 精度はやや低いが, まず妥当な結果である (Fig. 4)。

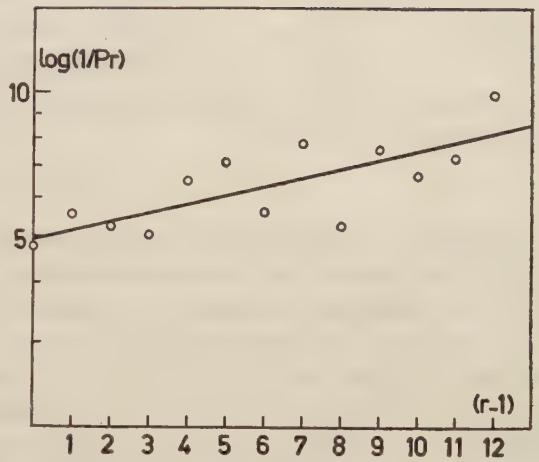


Fig. 3. Relationship between $(r-1)$, the time and $\ln(1-p_r)$, the logarithmic transformed value of reciprocal of sample tagged ratios.

2. 2次曲線による近似 ((23) 式)

$$\frac{1}{p_r}=5.1848+0.08217(r-1)+0.01645(r-1)^2 \qquad (27)$$

から, $\hat{N}=5185$, $R'/X_0=0.08217$ から $R'=82$. また, $R'(F+M)/2X_0=0.01645$ から, $F+M=0.40$ となり, $\hat{N}$ を除いて結果は不満足であつた (Fig. 4)。

3. (22) 式

$\hat{N}=5230$, $\hat{R}'=18$, $F+M=0.16$ となり, 2 と同様 $\hat{N}$ を除いて, 不満足な結果であつた。なお, 最小2乗法による反覆計算は行なわなかつた。

以上のように, この例では, 簡単なとり扱いをする (16), (24) のほうが好結果を与え, 曲線回帰として扱う (22), (23) 式の結果は $\hat{N}$ を別にして不満足であつた。これは, r の範囲がせまかつたこと, $1/p_r$ のバラツキがかなり大きかつたことが原因と思われる。しかし, Fig. 4 でわかるように, $1/p_r$ の $(r-1)$ に対する回帰は, ごくわずかではあるが曲線状を示しており, r がさらに増せば, (24) 式はその効果を失なつて, (22), (23) 式のあてはまりの良くなることが考えられる。

比較のため行なつた PARKER[3] の方法では, $\hat{N}=4831$, 95% の信頼区間は 4202～5633 を得

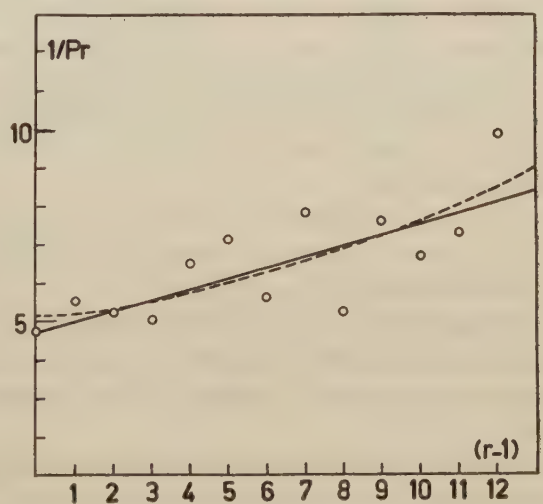


Fig. 4. Relationship between $(r-1)$, the time and $1/p_r$, the reciprocal of sample tagged ratio. Solid line represents equation (26) and broken line for equation (27).

る。また，KETCHEN[6] の方法では，$\hat{N}=5074$, $\hat{R}=0.0396$, $\hat{F}=0.0197$, $\hat{M}=0.0199$となり，はじめに与えたこれらの母数ときわめて一致した結果を示した。

さらに，BEVERTON[8] の方法では，$\hat{N}=5051$, $\hat{F}=0.0198$, $\hat{M}=0.0272$ となつた。また，さらに JACKSON[9] の Positive method では，$\hat{N}=3968$ とかなりの過小推定であつた。もつとも，この方法は一定期間ごとにサンプリングを集中的に行なうPoint census であつて，標本中の標識の有無を検査後，あつめた標本はすべてもとにもどすことをたてまえとしているので，漁業の場にこの方法を持込むことには無理があるだろう。

以上，いろいろな方法で，同一のデータを解析した結果を比較したが，PETERSEN 法では過大に，JACKSON の Positive method では過小推定になつた他は，加入による影響を除くことができて，ほぼ N_0 に近い $\hat{N}$ を得たことを記しておく。

考　　察

上の結果から見て，標識放流後に継続して加入があるときに，ふつうの PETERSEN 式を用いることによつて起こる推定値のかたよりは，標本標識率の逆数の系列を用いる著者の方法でほぼ除き得るものと思われた。ただし，加入が一定の水準で継続して起こる場合のとり扱いは多少面倒である。

また，興味深いことは，現存量に比例した加入のあるときの (16) 式は，前報の標識減耗のあるときの (8) 式とまつたく同形になることである。もつとも，これは用いた仮定からいつて，あるいは当然のことかも知れない。加入のある場合は，時間的に一定の率で非標識尾数が標識魚尾数にくらべて増えるという形で標識率がうすまり，標識減耗のあるときは，標識魚の消失が非標識魚のそれより速やかなために，同様に標識率を低くするからである。

したがつて，データから得られる標識率の系列が，時間に対して半対数直線で近似できる場合は，加入によるものか，標識減耗によるかがわからないこともあるから，対象魚種についての生態学的知識および，用いた標識の特性についての吟味が当然必要になる。この例の1つが東京湾のマハゼの標識放流調査のデータを解析した著者の前報[10]に示されている。しかし，いずれの場合であつても，初期資源尾数の推定値からはかたよりが除けることを強調しておこう。

比較のために行なつた PARKER, KETCHEN の方法もほぼ似かよつた結果を与えた。PARKER の方法は，標本標識率の平方根を逆正弦変換した値の系列を時間に対して直線回帰させ，その y 切片から放流時の母標識率を推定する方法で，加入と死亡がつりあつて資源が平衡状態にあることを仮定している。

この方法は，著者の方法とかなりよく似た補正法であるが，その理論的背景についてはまつたく記されていないのが残念である。あるいは，標本標識率を時間に対してプロットした結果が，ほぼ直線的な減少を示したことから，回帰の計算における等分散仮定をみたすために逆正弦変換を行なつた，半ば経験的な方法であるのかも知れない。

しかし，これは PARKER の扱つた bluegill の加入が小さかつたので，直線近似が可能であつたが，加入がさらに大きい（したがつて，PARKER の仮定で漁獲死亡あるいは自然死亡がもつと大きい）ときには，この直線近似に無理の生じることが予想される。

KETCHEN の方法は，移入および逸散が現存尾数に比例して起こるという仮定のもとに，漁獲努力量，漁獲尾数，標識魚の再捕尾数などの時間的な系列をすべて用いるもので，用いる資料の種類が多いだけに，得られる情報も初期資源尾数，漁獲能率，移入係数，逸散係数と豊富であり，上記のモデル実験でもきわめて好結果であつた。

以上は，なんらかの形で一般の漁獲尾数の資料をも用いて再捕データを解析し，加入の存在に影響されない初期資源尾数その他の資源の特性値を推定する方法である。著者の標識率法をも含めて，これらの方法について共通的にいえることは，加入の起こり方についてなんらかの仮定を設ける必要があるという点である。

したがつて，この点に関しては，加入がどのような形で起こつても，少なくとも漁獲率推定の段階ではそ

れに影響されることのない BEVERTON 法の有利さがあるといえる。

なお，加入と標識減耗が同時にあるときの PETERSEN 法による推定値のかたよりは，それらがそれぞれ単独に起こるときのかたよりにくらべてさらに大きくなる。

すなわち，現存尾数に比例した加入と標識減耗が同時にあるとき，PETERSEN 式による推定値のかたより率 $\gamma_{(r)}$ は，

$$\gamma_{(r)}=\frac{(F+M+T)\left(1-e^{-(F+M-R)r}\right)}{(F+M-R)\left(1-e^{-(F+M+T)r}\right)} \qquad (28)$$

$$(F+M-R\neq 0 \text{ のとき})$$

および，

$$\gamma_{(r)}=\frac{r(F+M+T)}{1-e^{-(F+M+T)r}} \qquad (29)$$

$$(F+M-R=0 \text{ のとき})$$

となる。

また，一定水準の加入と標識減耗があるとき，PETERSEN 法による推定値のかたより率 $\gamma_{(r)}$ は，

$$\gamma_{(r)}=P+\frac{(F+M+T)}{(F+M)\left(1-e^{-(F+M+T)r}\right)}\left\{r\alpha+\left(1-e^{-(F+M)}\right)\left(1-P-\frac{\alpha}{F+M}\right)\right\} \qquad (30)$$

となる。ただし，$\alpha=R'/N_0$ である。

(25), (26), (27) 式の $\gamma_{(r)}$ は加入および標識減耗が単独で起こるときよりも明らかに大きい。

このかたよりを除くために標識率法を用いると，加入が現存尾数に比例して起こる場合の第 r 期の標本標識率の逆数 $1/p_r$ は，

$$\left(\frac{1}{p_r}-1\right)=\left(\frac{1}{P}-1\right)\frac{(F+M+T)\left(1-e^{-(F+M-R)}\right)}{(F+M-R)\left(1-e^{-(F+M+T)}\right)}e^{(r-1)(T+R)} \qquad (31)$$

$$(F+M-R\neq 0 \text{ のとき})$$

および，

$$\left(\frac{1}{p_r}-1\right)=\left(\frac{1}{P}-1\right)\frac{(F+M+T)}{1-e^{-(F+M+T)}}e^{(r-1)(T+R)} \qquad (32)$$

となる。

これらの式は，加入が単独で起こるとき，あるいは標識減耗が単独で起こるときの式と同形であつて，これらの半対数直線の y 切片を a とすると，

$$\hat{N}=(X_0e^a)\Big/\left(1+\frac{T+R}{2}\right) \qquad (33)$$

として，ほぼかたよりのない放流時の資源尾数が得られる。

$\hat{N}$ の分散についても，(19) 式中の R を $(R+T)$ とおきかえることによつてまつたく同様に求められる。

(28) 式を確かめるためのビーズ実験 ($N_0=5000$, $F=M=0.02$, $T=0.08$, $R=0.032$) の結果は，PETERSEN 法で $\hat{N}=7253$ (95% 信頼区間: 6271～8600), (28) 式では $\hat{N}=5023$ (4403～5643) で，(28) 式は明らかに加入と標識減耗の両者にもとづく PETERSEN 法のかたよりを除いている。また，$(\widehat{R+T})=0.0814$ (0.0424～0.1204) でやや小さ目であつた。

同じデータについての BEVERTON 法による結果は，$\hat{N}=4835$, $\hat{F}=0.025$, $(\widehat{M+T})=0.0597$ で $(\widehat{M+T})$ がやや小さ目であつた。

また，KETCHEN の方法では，$\hat{N}=5128$, $\hat{F}=0.0195$, $(\widehat{T+R})=0.0744$, $(\widehat{T+M})=0.0549$ となり，$T+R$, $T+M$ とも他の方法同様小さ目であつた。しかし，PETERSEN 法を除いて，$\hat{N}$ はいずれもまず妥当な結果であつた。

加入が一定数で起こり，同時に標識減耗も同時にあるときは，

$$\left(\frac{1}{p_r}-1\right)\sim e^{(r-1)T}\left\{\frac{R'}{(F+M)X_0}\left(e^{(r-1)(F+M)}-1\right)+\left(\frac{1}{P}-1\right)\right\} \tag{34}$$

という，T, $R'/(F+M)$, $(F+M)$ および $(1/P-1)$ なる4つのパラメタをもつ非線型の函数となるが，解を得るのが容易でない。

要　　約

1. 標識放流後に加入群の存在があると，PETERSEN 法による資源尾数の計算は過大推定となる。加入が現存尾数に比例して起こる場合と，一定水準で継続して起こる場合とに分けて，過大推定の程度を見積もった。

2. これらの加入にもとづく推定値のかたよりを除くために，標本標識率の逆数の系列を用いる方法を用いる方法をみちびいた。加入が現存尾数に比例する場合は，きわめて容易にかたよりを除き得る。ビーズを用いたモデル実験の結果もこれを裏づけている。

加入が一定の水準で継続して起こるときは，とり扱かいが面倒になる。しかし，直線式で近似し得る場合もある。

3. 加入と標識減耗が同時に起こる場合の，PETEESEN 法による推定値のかたよりは，それぞれが単独で起こるときよりも当然大きい。

現存尾数に比例した加入と標識減耗のあるときの推定値のかたよりは標識率法で容易に除き得る。

しかし，一定水準の加入と標識減耗が同時にある場合は，解を得るのが困難である。

文　　献

1) W. E. RICKER: Methods of estimating vital statistics of fish populations. *Indiana Univ. Publ., Sci. Ser.*, no. 15, 101 pp. (1948).
2) ————: Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Fish. Res. Bd. Canada, Bull.* **119**, 300 pp. (1958).
3) R. A. PARKER: A method for removing the effect of recruitment on PETERSEN-type population estimate. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **12**, 447～450 (1955).
4) D. B. DELURY: On the estimation of biological populations. *Biometrics*, **3**, 145～167 (1947).
5) ————: On the planning of experiments for the estimation of fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **8**, 281～307 (1951).
6) K. S. KETCHEN: The use of catch effort and tagging data in estimating a flatfish population. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **10**, 459～485 (1953).
7) 能勢幸雄: PETERSEN 型資源量推定法の一吟味. 本誌, **27** (7), 763～773 (1961).
8) R. J. H. BEVERTON and S. J. HOLT: On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest., Ser. II*, **XIX**, 533 pp.
9) C. H. N. JACKSON: Some new methods in the study of *Glossina moristans*. *Proc. Zool. Soc. London*, **4**, 811～896 (1937).
10) 能勢幸雄: 標識率法による東京湾北部のマハゼ資源量の推定. 本誌, **27** (7), 793～800 (1961).

FURTHER REPORT ON NUTRIENT TRANSMISSION THROUGH PERIBLAST IN THE MEDAKA, *ORYZIAS LATIPES*

Hideo Gamo*

(Received July 31, 1961)

In the previous paper (Gamo, 1961a) the author reported the phenomenon of yolk protrusion into the periblast in the embryo of the medaka during the period from the late morula to the tail-extension stages and concluded that this is the substantial figure of nutrient transmission in general into the embryonic body. He continued the observation on earlier stages, that is, from the stage before the plasmic accumulation just after the fertilization to the late blastula stage.

The author appreciates cordially Prof. Dr. T. Yamamoto of the Nagoya Univ. for his kind guidance and criticism in the embryonic study of this species. He also thanks to Messrs. T. Ikoma and R. Suzuki who helped him in preparing all the photomicrographs.

Material and Methods

Domesticated orange-red variety of a fresh-water teleost, the medaka, *Oryzias latipes* was used. Eggs spawned naturally were fixed in Bouin's picroformol at each stage. Special care was taken not to raise the temperature of the paraffin bath over 60°C to avoid the collapse of yolk when sectioned, because the most important point of this study is the border between the periblast and the yolk. Thickness of the section was 5 micron. Delafield's hematoxylin was solely used in dying.

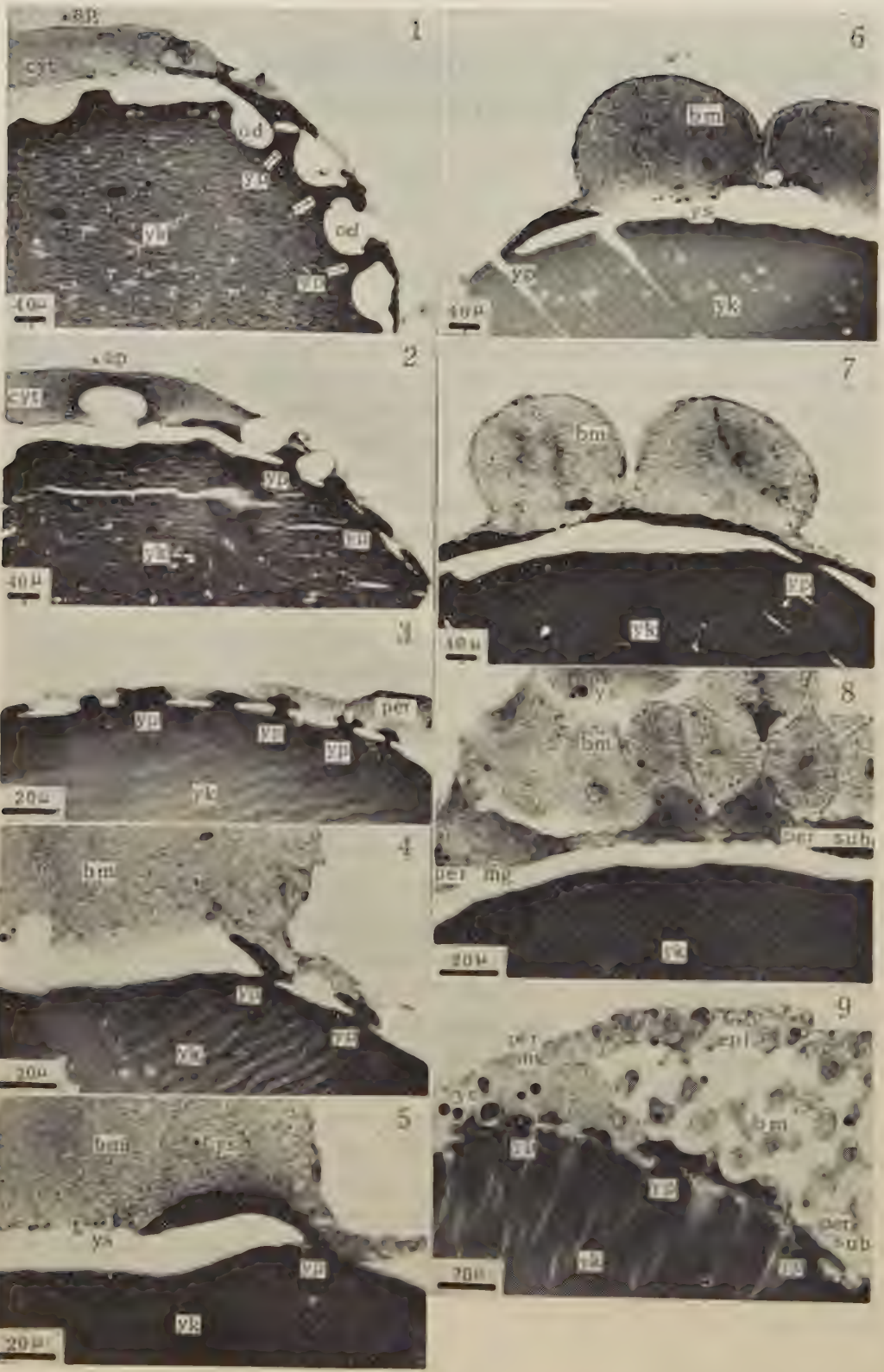
Observations and Consideration

Three periods can be discriminated as for the pattern of the yolk protrusion during the developmental stages ranging from the fertilization to the late blastula: (a) Fertilization—16-cell stage, (b) 32-cell—64-cell stages, (c) Early morula—blastula.

(a) Fertilization (St. 1)–16-cell stage (St. 6) (Figs. 1–7): Yolk protrusions are found only in the peripheral zone around the plasmic layer on the animal pole just after the fertilization, that is, before the plasmic accumulation. (St. 1) (Figs. 1–3). Oil drops are dispersed in the yolk which protrudes through spaces left between those drops. Each protrusion is isolated or continuous with neighborers.

After the plasmic accumulation (St. 2), the yolk material invaded into the peripheral plasmic layer gradually proceeds towards the center of the accumulation along its inner surface but it never invades into the central area of the latter, that is, certain circular clear space is left in its center just like the iris of eye (Figs. 4–7).

* Department of Biology, Aichi Gakugei Univ., Okazaki, Japan. (岡崎市 愛知学芸大学 生物学教室 蒲生英男)


1
cyt
od
od
yk
yk
yk
40μ
2
cyt
yk
yk
bm
40μ
3
yk
yk
yk
per
yk
20μ
4
bm
yk
yk
yk
20μ
5
bm
ys
ys
yk
yk
20μ
6
bm
ys
ys
yk
40μ
7
bm
yk
yk
40μ
8
bm
per
per sub
per mp
yk
20μ
9
per
epi
mc
bm
yk
yk
yk
per
sub
20μ

The outline of this circular process is always distinct and does not disperse. No direct connection is observed between the accumulation and the yolk. This situation holds after the cleavage proceeds, till as late as the 16-cell stage (St. 6).

Above-mentioned centripetal dislocation of the yolk might be caused passively by the general plasmic streaming, which occurs probably only along the yolk surface towards the central axis of the egg. The periblast nucleus has nothing to do with the protrusion because they do not exist on that period of the development. Some sort of plasmic movement, however, can be considered as the cause, from the fact that the plasmic accumulation actually occurs as a regular event. Also the contractile rhythmic movement may worth to be noticed though it can be recognized only after the gastrulation begins.

(b) 32-cell (St. 7)–64-cell stage (St. 8) (Fig. 8): No yolk protrusion is observed at all. Also no yolk material in diffused form is left in the periblast. This suggests the conversion of the yolk to some other materials. This very fact also suggests that the same conversion may occur in other periods though any complete disappearance of the yolk material is prevented by the constant supply from the yolk protrusion.

(c) Early morula (St. 9)–blastula (St. 13) (Fig. 9): Yolk protrusions are pervaded both in the marginal and the subgerminal periblast, leaving generally no clear space in the center of the latter, though the sites of actual contact between the periblast and the yolk is intermittent or continuous.

Yolk protrusions are often accompanied by periblast nuclei. No contractile rhythmic movement is recognizable yet in this period and the problem of the cause of this protrusion is still open to question.

Explanation of Figures

Abbreviations:
ap: animal pole.
bm: blastomere.
cyt: cytoplasm.
epi: epiderm.
od: space for oil drop.
per: periblast.
per mg: marginal periblast.
per sub: subgerminal periblast.
yk: yolk.
yp: yolk protrusion.
ys: yolk spherule.

Figs. 1–3. Before the plasmic accumulation (St. 1) (Embryo No. figs. 1, 2: 1-61-V-C; fig. 3: 1-61-V-B), show vertical sections. Yolk protrusions are in the periphery only.

Figs. 4–5. 1-cell stage (St. 2) (Embryo No. 2-61-V-B) Fig. 4 shows vertical section through near the meridional axis and Fig. 5 shows vertical section through rather near the periphery. Yolk protrusions are in the periphery. Contour of the yolk material is distinct.

Figs. 6–7. 1–2-cell stage (Sts. 2–3) (Embryo No. 2-61-V-C) Fig. 6 shows vertical section through near the meridional axis and Fig. 7 shows vertical section through near the periphery where the yolk material pervades centripetally. Contour of the yolk material is distinct. The first cleavage furrow is developing.

Fig. 8. 64-cell stage (St. 8) (Embryo No. 8-61-V-A), shows vertical section. No yolk material, at least dense one, is visible in both marginal and subgerminal periblast, but asters are visible.

Fig. 9. Blastula (St. 13) (Embryo No. 13-61-III-B), shows vertical section. Yolk protrusions are shown in both marginal and subgerminal periblast.

The author would like to correct a misnomenclature of the developmental stage in his previous report (GAMO, 1961a). That is, late morulae in Figs. 1-6 are to be at St. 11 instead of St. 13. According to careful observations by I. TERAJIMA (1960, unpublished) under the controlled temperature of 25°C, St. 11 is the last morula stage that is developed 10 hours after the fertilization, while St. 12 and St. 13, 12 hours and 13 hours respectively after the fertilization, belong to the blastula stage and the gastrulation begins at St. 14, 15 hours after the fertilization.

Summary

1) Yolk protrusions into the plasmic layer covering the yolk were observed in sections prior to the blastula stage of a fresh-water teleost, the medaka, *Oryzias latipes*.

2) The phenomena are observed soon after the fertilization in the peripheral region of the plasmic layer and then the yolk material protruded is dislocated centripetally towards the central axis of the egg. This may be caused by the plasmic stream for the accumulation.

3) They are not observed at all at the 32-cell and the 64-cell stages and also no yolk material is visible in the plasmic layer. This suggests the conversion of the yolk to some other invisible materials, that is, the digestion.

4) In the morula and the blastula stages, they are observed both in the marginal and the subgerminal periblast.

5) Some sort of plasmic movement is suggested as a cause of this protrusion and further studies are expected.

References

1) GAMO, H.: On nutrient transmission through periblast into embryo of a teleost, the medaka, *Oryzias latipes*. *Bull. Aichi Gakugei Univ.*, **10**, (Natural science): 73-82 (1961a).
2) MATUI, K: Illustration of the normal course of development in the fish, *Oryzias latipes*. *Jour. Exp. Morph.* **5**, 33-42 (In Japanese) (1949).
3) WILSON, H. V.: The embryology of the sea bass, *Serranus atrarius*. *Bull. U. S. Fish Commission*, **9**, 209-277 (1891).
4) YAMAMOTO, T.: Studies on the rhythmical movements of the early embryo of *Oryzias latipes*. *X Jour. Fac. Sci., Tokyo Imp. Univ.*, Sec. IV **5**, 221-228 (1939).

AN *IN VIVO* OBSERVATION OF MITOTIC MULTIPLICATION OF PERIBLAST NUCLEI IN EMBRYO OF THE MEDAKA, *ORYZIAS LATIPES*

Hideo GAMO* and Fumio ARAKI**

(Received July 31, 1961)

The periblast nucleus of the teleostean egg is generally understood to multiply mitotically in early stages of the embryo and amitotically in later stages of the embryo, though some authors as KAMITO and KOPSCH state that the blastodermic nuclei fall or emerge into the subgerminal periblast as the third factor of increase of the periblast nuclei.

The present authors observed, rather quantitatively, the mitotic multiplication of the periblast nucleus *in vivo* in early embryos of a fresh-water teleost, the medaka, *Oryzias latipes*.

GAMO, one of the authors would like to express his regret of his mistake committed in his previous paper (1961b), in which he missed to cite the elaborate work by KAMITO (1928). According to KAMITO, KOPSCH (1911) in *Salmo fario* and KAMITO (1928) in *Oryzias latipes* had already observed the falling or emerging of the blastodermic nuclei into the subgerminal periblast. Accordingly this phenomenon is no new finding by GAMO. KAMITO, however, shows any detail neither in his description nor in his figure. The only contribution by GAMO, if any, might therefore be the actual presentation of figures of blastodermic nuclei just before the "falling" or "emerging" into the periblast.

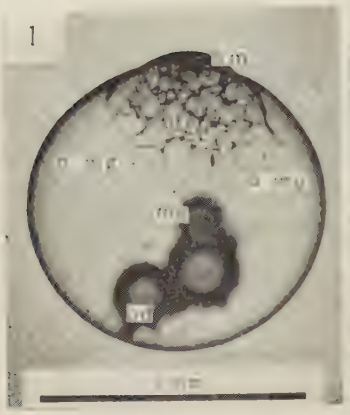
The authors express their sincere gratitude to Prof. Dr. Toki-o YAMAMOTO of the Nagoya University, to whose encouragement and criticism are always the authors indebted. They also thank to Mr. T. IKOMA who helped them in preparing some of the photomicrographs.

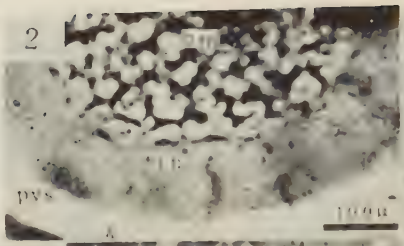
Material and Methods

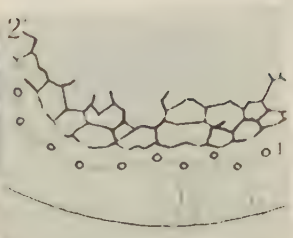
Fishes of domesticated orange-red strain were used in the present study. Naturally spawned eggs with intact chorions were kept in a hollow slide glass with a cover glass on and were observed with an ordinary light source from an electric lamp under a microscope. Care was taken to supply the eggs with fresh air by leaving the air space in the hollow as much as possible. Temperature ranged 26°-29°C around the objective lens, though it was not controlled in particular. Some eggs were fixed with BOUIN's picroformol, cut to 5 micra thick and were stained with DELAFIELD's hematoxylin.

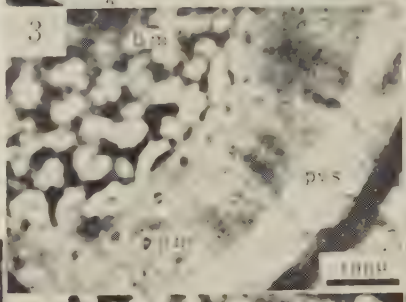
MATUI's normal table of the developmental stage of this species (1949) was used for the identification of stages.

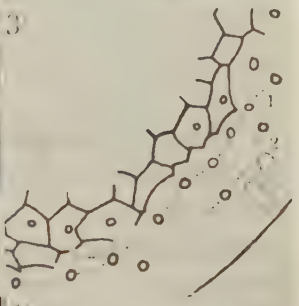
*, ** Department of Biology, Aichi Gakugei University, Okazaki, Japan. (岡崎市 愛知学芸大学 生物学教室 蒲生英男 安良城文生).


1
m
pn
m
pn

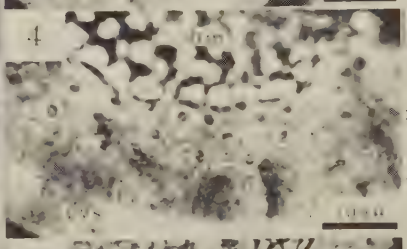

2
m
pvs
100μ

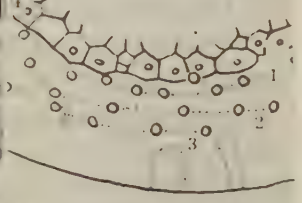

2'
1

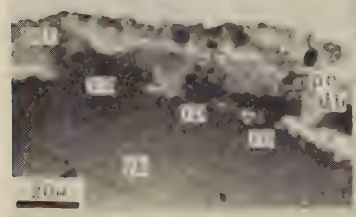

3
bm
pvs
100μ

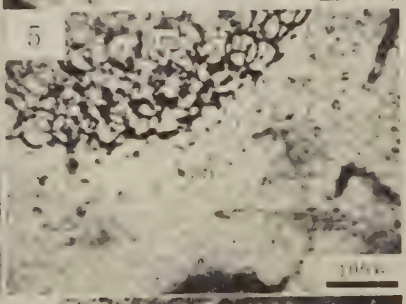

3'
1
2

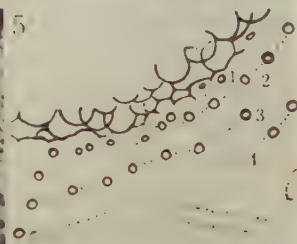
8
bm
20μ

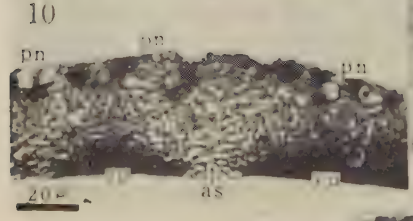

4
bm
100μ


4'
1
2
3

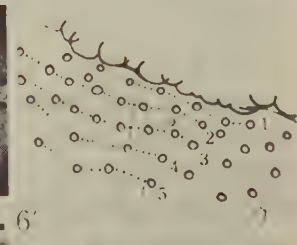

9
20μ

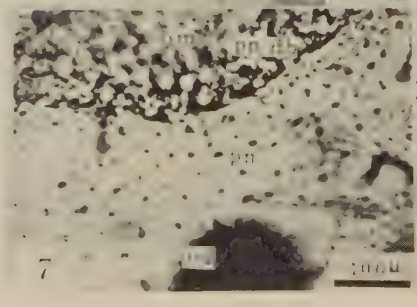

5
100μ

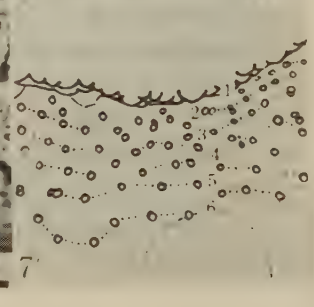

5'
1
2
3
4


10
pn
pn
pn
20μ
as

6
100μ


6'
1
2
3
4
5


7
pn
100μ


7'
1
2
3
4
5

Observations

1) *First appearance of periblast nuclei in the periblast*: Periblast nuclei can be observed first in the syncithial periblast in an early morula, probably 64-cell stage (St. 8), when blastomeres are three-layered, as free nuclei arranged outside marginal cells. They make a circular row around the outer skirt of the blastodisc. Their forerunners, however, are recognizable in the preceeding 32-cell stage (St. 7), when blastomeres are two-layered, as nuclei of marginal cells (Fig. 1).

2) *Increase of periblast nuclei*: As the blastomeric cleavage proceeds, the row of periblast nuclei increases in number and extends outwards as is shown in Figs. 2–7. The increase of their rows is always anteceded by their sudden and simultaneous disappearance, the time lag for individual nuclei being only about five seconds. They reappear suddenly and simultaneously after 14–27 minutes as minute dots, increasing in size gradually. As the result, a new row is added on the outermost side and those rows within the second row from the out side are increased in the number of their member nuclei in circular direction. This cycle of appearance and disappearance is repeated by five times in most cases as is shown in Table 1 and the 6th row did not

Explanation of Figures

Abbreviations:

as: aster.
bm: blastomere.
mg: marginal cell
n mg: nucleus of marginal cell.
od: oil drop.
per: periblast.
per mag: marginal periblast.
per sub: subgerminal periblast.
pn: periblast nucleus.
pn db: double periblast nuclei.
pvs: perivitelline space.
yk: yolk.
yp: yolk protrusion.

Numbers in the contours are for the order of rows counted from the inside.

Fig. 1. 32-cell stage (St. 7). An intact egg, dechorionated with the hatching enzyme of the same species plus the trypsin in the isotonic Ringer's solution and kept in it. A nucleus is visible in each marginal cell which is syncithial with the periblast. (Photo by Ikuko TERAJIMA, 1960).

Figs. 2 and 2′. Stage of one row of periblast nuclei (St. 8 ?).

Figs. 3 and 3′. Stage of two rows of periblast nuclei (St. 9 ?).

Figs. 4 and 4′. Stage of three rows of periblast nuclei (St. 10 ?).

Figs. 5 and 5′. Stage of four rows of periblast nuclei (St. 11 ?).

Figs. 6 and 6′. Stage of five rows of periblast nuclei (St. 12 ?).

Figs. 7 and 7′. Stage of six rows of periblast nuclei (St. 13 ?). They are partially disordered in the photograph. The authors, however, tried an interpretation on the contour based on their *in vivo* observations. Some double nuclei can be found in this stage.

Fig. 8. Morula (St. 10) Vertical section. Many asters in the periblast, both marginal and subgerminal, give a proof of the mitosis.

Fig. 9. Blastula (St. 12) Vertical section through periphery. Double periblast nuclei without any aster suggest the amitosis.

Fig. 10. Blastula (St. 13) Vertical section across the marginal periblast. Three pairs of periblast nuclei with asters around are probably derived from three forerunners by the mitosis. This photograph suggests that the mitosis keeps on until the late blastula stage as is generally understood.

Table 1. Time lapse of repetition of appearance and disappearance of periblast nuclei in accordance with the number increase of their rows.

Embryo No.	Temp. (°C)	App of 1st row	Dis of 1st row	App of 2nd row	Dis of 2nd row	App of 3rd row	Dis of 3rd row	App of 4th row	Dis of 4th row	App of 5th row	Dis of 5th row	App of 6th row	Total
		min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min	min
1	26	16	14	18	18	31	15	55	19	73	25		284
2	26	15	16	18	15	33	15	56	21	–	—		
3	26	15	15	18	15	29	15	51	20	68	27		273
4	27	16	15	20	17	28	16	50	14	71	23		270
5	27	15	14	17	15	25	16	59	23	72	21		277
6	28	15	15	20	15	28	14	51	18	61	27		264
7	29	15	18	18	17	24	15	53	17	62	18		257
8	29	15	14	20	13	27	19	51	24	65	20		268
9	29	14	15	20	12	26	13	47	22	—	—		

Remarks: 1) Members of the 1st row are daughter nuclei of marginal cells at St. 7 and are situated in the syncithial periblast.
2) Dashes (—) mean the process ended at the 5th row and double nuclei appeared.
3) App: Appearance, Dis: Disappearance of periblast nuclei.

disappear for two hours so far as one of the authors could observe.

3) *Asters in the periblast*: Many asters, with or without nuclei in the center, can be observed in the periblast, both of the marginal zone and of the subgerminal region, in fixed materials ranging from the 64-cell stage (St. 8) to the blastula stage (St. 13). (Figs. 8 and 10).

4) *Cessation of increase of periblast nuclei and appearance of double nuclei*: When the periblast nucleus ceases increasing in number after the 6th row is formed in most of cases and sometimes after the 5th row is formed at the blastula stage (St. 13 ?), two periblast nuclei are sometimes found situated side by side in close contact with each other (Fig. 9). The authors, however, have not yet ascertained whether these double nuclei are in the course of separation or in that of aggregation because of their too slow movement.

Consideration

As for the origin of the periblast nucleus, according to KAMITO, some hold the view of *in situ* origination (KUPFFER and KLEIN) and others that of derivation from the germinal disc, that is merely from the marginal cell (AGASSIZ-WHITMAN and H. V. WILSON) or by later addition of the blastodermic nucleus (KOPSCH and KAMITO). The present report is concerned with the second view being based on the *in vivo* observation of the behavior of periblast nuclei and the observation of sections of fixed materials.

According to KAMITO, the synchronism of nuclear division of blastomeres is disturbed as early as the seventh cleavage stage (St. 9). This is probably due to uneven environmental conditions of blastomeres, which are differentiated to the uppermost epidermal layer, the marginal zone, the lowermost syncithial layer and others enclosed by these three elements. The periblast nuclei, however, are rather in even environment because they are distributed in a thin layer of the periblast covering the yolk surface. The authors consider that this is the cause for the synchronism of division of periblast nuclei being sustained until the blastula stage (St. 13).

Observations of many asters in sections of fixed materials reveal that the disappearance and the reappearance of periblast nuclei are due to their mitotic division. This type of division, however, seems to cease at the blastula stage, suggesting a probable disturbance of the arrangement of periblast nuclei within the periblast caused by the epibolic movement of the blastodisc during the gastrulation stage.

KAMITO observed his earliest periblast nuclei derived from marginal cells at the ninth cleavage-stage (St. 11), while the present authors at the sixth (St. 8), consequently the duration of increase by the mitotic division is shorter in KAMITO's observation, i.e. two hours, than that in the present author's observation, i.e. over four hours at 29°C.

Summary

1) Behavior of periblast nuclei in the morula and the blastula stages of a freshwater teleost, the medaka, *Oryzias latipes* was observed *in vivo* and in sections.

2) They first appear in the early morula, 64-cell stage as free nuclei in the periblast.

3) They increase synchronously and mitotically until the blastula stage.

4) Their synchronism lasts longer than that of the division of blastomeric nuclei, probably because of their rather even environmental conditions compared with that of blastomeres.

5) Their mitotic division ceases at the blastula stage, suggesting a disturbance by the epibolic movement.

References

1) GAMO, H.: On later addition of periblast nucleus in embryo of the medaka, *Oryzias latipes*. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **27** (3), 232–235 (1961b).

2) KAMITO, A.: Early development of the Japanese killifish (*Oryzias latipes*), with notes on its habits. *Jour. Coll. Agric., Tokyo Imp. Univ.* **10** (1), 21–38 (1928).

3) MATUI, K.: Illustration of the normal course of development in the fish, *Oryzias latipes*. *J. Exp. Morph.* **5**, 33–42 (In Japanese) (1949).

4) WILSON, H.: The embryology of the sea bass, *Serranus atrarius*. *Bull. U. S. Fish Commission*, **9**, 209–229 (1891).

MECHANICAL ANALYSIS ON THE WORKING BEHAVIOUR OF MID-WATER TRAWL

Otohiko Suzuki*

(Received Aug. 9, 1961)

In order to obtain successful mid-water trawling, it will be a matter of concern to adjust the working depth of the net to any depth where fish have been located, and to keep the net mouth as large as possible.

The present study deals with the configuration of the mouth of the net, which is a simple model of elliptic cone type, from the mechanical point of view. Generally, it is too complicated to discuss analytically the behaviour of fishing net in action. In our laboratory, an approximate method[1,2,3] for analysing such a problem has been developed. After the same principle, in this paper, the form of each part of the net is approximated to a straight line or to a curve, and the curve is deemed to be composed of one or two circular arcs of different radii. Thus the problem can be reduced to solve the simple equations of mechanical equilibrium. Solving these equations simultaneously, we can get the mechanical action and the working behaviour of the net.

It seems to be a tedious procedure to solve these problems by such a method. This method, however, has the advantage of calculating the forces and the tensions acting on the net, while these measurements are very difficult in the ordinary model test.

Theoretical Considerations

The mid-water trawl is commonly constructed of four pieces of tapered, or triangular webbing; and is, approximately, considered to form an elliptical cone under towing condition. A geometrical configuration of the net mouth is determined by two mechanical actions, i. e., a lateral spreading force, which is due to the horizontal component of towing force, and a vertical supporting force due to the float and sinker.

For the sake of simplicity, suppose the case where the buoyancy of float is neutralized by the weight of sinker, then the geometrical configuration and the mechanical action of the net may be symmetrical about the central axis of the elliptical cone. Thus, it will suffice to consider merely about the quarter part of the net, say the top, port side.

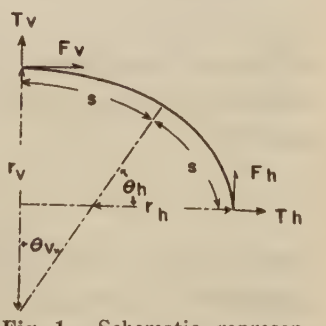


Fig. 1. Schematic representation of the front view of top, port quarter of the net.

Briefly, let us suppose that the elliptical shape assumed

* Dept. of Fish., Kyoto Univ., Maizuru, Japan. (鈴木乙彦, 京大・水産)

by the net mouth can be approximated to a combination of two circular arcs of different radii, r_v, r_h, and of equal length, s. This length, s, which is one-eighth of the circumference, S, of the net mouth may be written as

$$s \equiv \frac{S}{8} = r_v \theta_v = r_h \theta_h \ , \qquad (1), (2)$$

and

$$\theta_v + \theta_h = \frac{\pi}{2} \ , \qquad (3)$$

where, θ_v and θ_h are the central angles of arcs (Fig. 1). From the equilibrium between the spreading forces, T_v and T_h, and the tensions, F_v and F_h, acting on the circumference of the mouth, we get mechanically

$$F_v = T_v r_v \ , \qquad (4)$$

$$F_h = T_h r_h \ . \qquad (5)$$

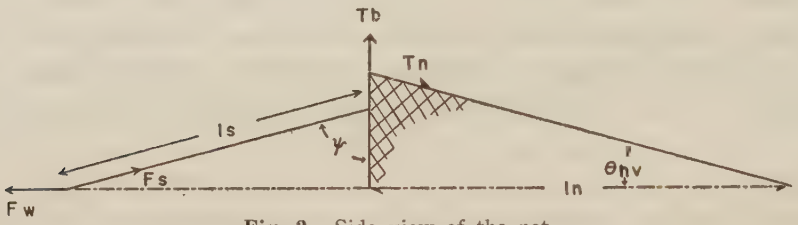


Fig. 2. Side view of the net.

It is assumed, here, that the buoyancy of float and the weight of sinker are constant irrespective of the towing speed. Let T_b be the buoyancy or weight per unit length of the framing rope which forms the mouth of net, T_n be the vertical component of resistance per unit length of the rope acting along the netting, and θ_{nv} be the angle between the top or lower piece of the net and the towing direction (Fig. 2). The vertical supporting force T_v is expressed as

$$T_v = T_b - T_n \sin \theta_{nv} \ . \qquad (6)$$

In the above expression, T_n is estimated by assuming that the shape of the net is a circular cone, and that the TAUTI's expression[4] for resistance of netting can be tenable, i. e.,

$$S\, T_n = k \frac{D}{L} \tan \varphi \cos \theta A\, V^2$$

where, D and L are the diameter of the netting twine and the bar-length of the mesh respectively, 2φ the angle between the adjacent bars of the mesh, 2θ the angle of the apex of the cone, A the total area of webbing, V the towing speed, and k the coefficient of resistance of the netting twine.

Next, let F_w be the tension of the warp, ϕ be the angle of the warp to the tow-

ing direction, and θ_{nh} be the angle between the side piece of the net and the towing direction (Fig. 3). The horizontal spreading force T_h is given by

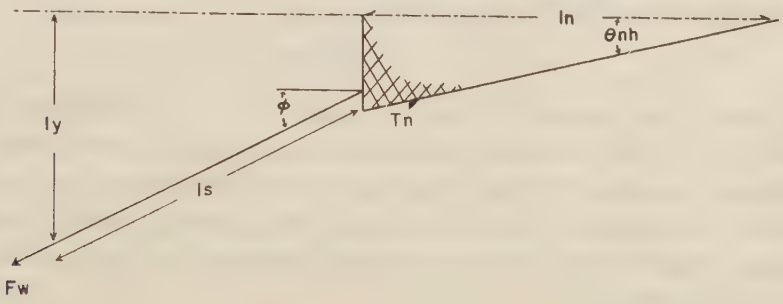


Fig. 3. Top view of the net.

$$T_h=\frac{F_w}{2s}\sin\phi-T_n\sin\theta_{nh}\ . \tag{7}$$

From the equilibrium system of the towing force and the resistance of the net, we have

$$F_w\cos\phi=2s\ T_n(\cos\theta_{nh}+\cos\theta_{nv})\ . \tag{8}$$

According to geometrical relation, one half length of the vertical and the horizontal spreads of the mouth are respectively written as follows

$$r_v-(r_v-r_h)\cos\theta_v=l_n\tan\theta_{nv}\ , \tag{9}$$

$$r_h+(r_v-r_h)\sin\theta_v=l_n\tan\theta_{nh}\ , \tag{10}$$

where l_n is the length of the net measured along the central axis.

Since the tension, F_w, in the warp is resolved into two tensions, F_s, on the two sweep lines, we have

$$F_w=2F_s\sin\phi\ , \tag{11}$$

where ϕ is the angle between the sweep line and the vertical direction. Denoting the length of the sweep line by l_s, we have geometrically

$$l_s\cos\phi=r_h\sin\theta_h\ . \tag{12}$$

As regards the ropes which forms the net mouth, the tension, F_v, acting on the top or lower part of the framing rope is obtained by adding the component of tension, F_s, acting on the sweep line to the tension, F_h, of the side framing rope (Fig. 4). Thus the relation between F_h and F_v is given by

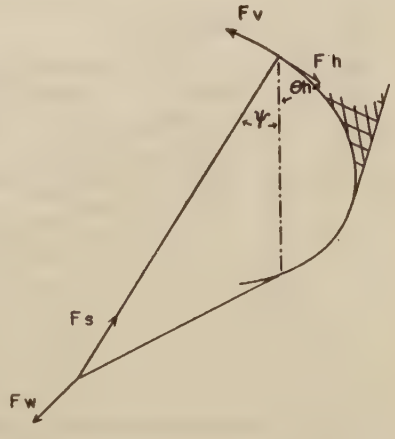


Fig. 4. Joinning part of sweep lines to the net.

$$F_v = F_h + F_s(\sin\theta_h \sin\psi \sin\phi + \cos\theta_h \cos\psi) \ . \tag{13}$$

On the other hand, the horizontal length, l_y, from the joinning-point of upper and lower sweep lines to the central line is expressed as

$$l_y = l_s \sin\psi \sin\phi + r_v \sin\theta_v \ . \tag{14}$$

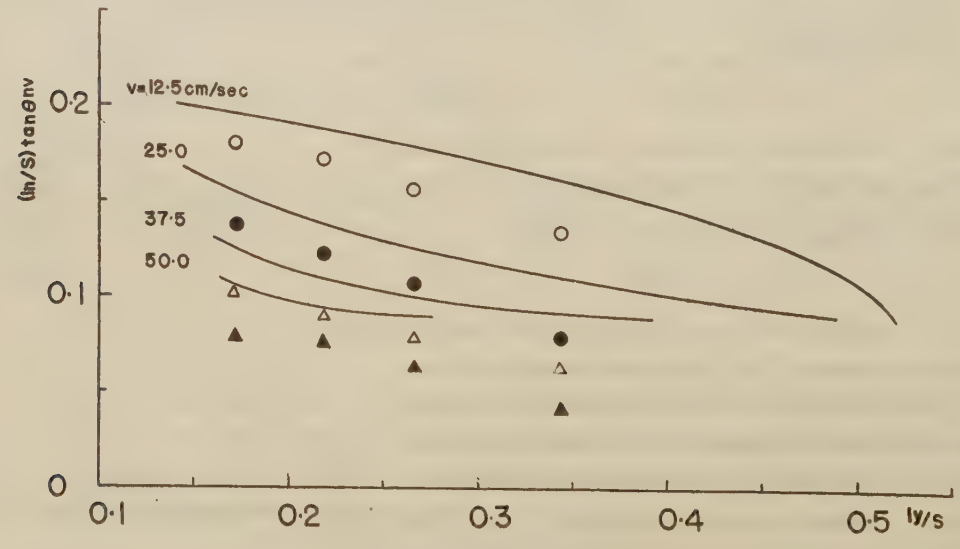
If we divide all the lengths by S, all the tensions by T_n, and all the forces by ST_n, respectively, in the preceeding expressions, we shall get 14 dimensionless relations with 15 unknown quantities. Solving these equations simultaneously, we can calculate the numerical relationships; $(l_n/S)\tan\theta_{nv}$ vs. l_y/S, and $(l_n/S)\tan\theta_{nh}$ vs. l_y/S, for different towing speeds. Thus we can predict the relation between the shape of the mouth and the towing conditions;

Experimental and Results

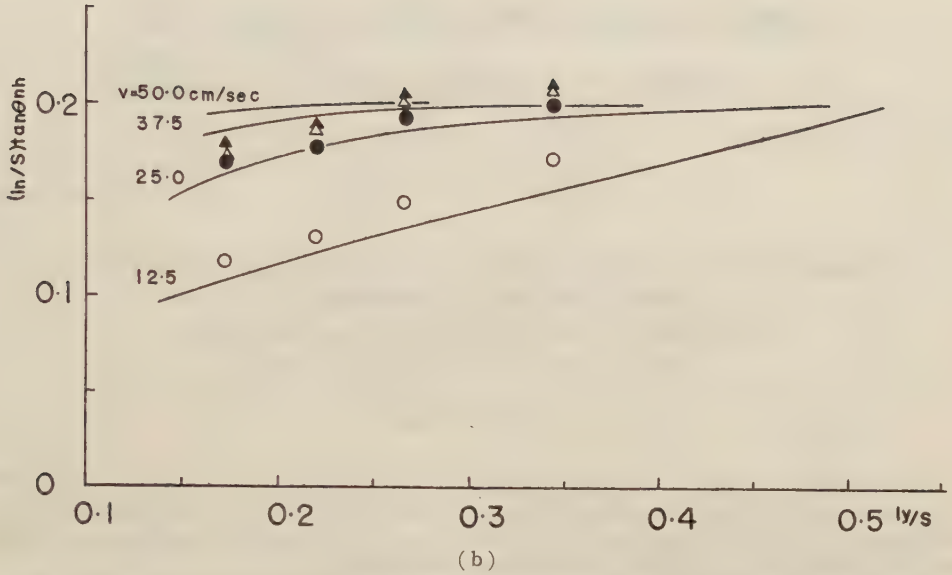
The model net was constructed of four pieces of tapered silk webbing. The dimensions of each part of model were as follows.

$D=0.02$ cm., $L=0.46$ cm., $\varphi=30°$., $S=32$ cm.,
$l_n=44$ cm., $l_s=13$ cm., and $T_b=1.0$ gr./8 cm.

The model was sustained in a current by a thin beam through the port and starboard sweep lines. A series of model experiments was carried out with different speeds of stream, varying the length of the beam, $2l_y$. Then, the vertical and horizontal spreads of the mouth were measured, together with the resistance of the net. The comparison of the theoretical values with the experimental ones are shown in Fig. 5.



(a)



(b)

Fig. 5. Theoretical and experimental values of the relationships; $(l_n/S)\tan\theta_{nv}$ vs. l_y/S and $(l_n/S)\tan\theta_{nh}$ vs. l_y/S. Marks, ○, ●, △, and ▲ denote experimental values of V=12.5 cm./sec., 25.0 cm./sec., 37.5 cm./sec., and 50.cm./sec., respectively.

Looking over both theoretical and experimental values, the observed values show slightly larger in horizontal spread than the theoretical. The coincidence, however, seems to be satisfactory in practical use.

The author wishes to express his deep gratitude to Prof. T. KAWAKAMI for his guidance and revision.

References

1) KAWAKAMI, T.: On the mechanical characters of the drag-net. *Memoirs Coll. Agr., Kyoto Univ.*, No. 72, 5-15 (1955).
2) KAWAKAMI, T. and O. SUZUKI: Studies on the kinematic behaviour of the ground rope of the trawl net-1. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **25**, 413-416 (1959).
3) NAKASAI, K., O. SUZUKI and T. KAWAKAMI: Studies on the configuration of danish seine-1 (in Japanese). *ibid*, **27**, 641-644 (1961).
4) TAUTI, M.: The force acting on the plane net in motion through the water. *Ibid*, **3**, 1-4 (1934).

魚類筋肉内燐化合物の生理化学的研究—Ⅶ.
ウレタン麻酔がフナ筋肉内燐化合物におよぼす影響

中　野　智　夫

(1961 年 7 月 25 日受理)

STUDIES ON THE PHYSIOLOGICAL CHEMISTRY OF PHOSPHORUS COMPOUNDS IN FISH MUSCLE—VII.
THE EFFECT OF URETHAN ON PHOSPHORUS COMPOUNDS IN MUSCLE OF GIBEL

Tomoo Nakano*

In the previous report[1], the author pointed out that the contents of phosphorus compounds in the muscle of live fish were affected by ammonium ion, 7′P and CP being decreased while IP increased. The work described in the present paper was further undertaken to know the effect of urethan on the phosphorus compounds in fish muscle.

The results obtained are summarized as follows:

(1) Gibels became insensible to 0.5, 1.0 and 2.0% urethan solutions, after 2.5~3.0, 1.5 and 1.0 min. of rearing in them, respectively.

(2) The muscle of fish narcotized by 0.5, 1.0 and 2.0% urethan respectively contained 1.1~2.4, 3.9~6.3 and 3.9~5.4 mg% of 7′P more than that of control.

(3) There was remarkable difference in the post-mortem changes of 7′P and CP between the narcotized and control fish; namely fish narcotized by 1.0% urethan contained 0.5~15 mg% of those compounds more than control in the course of 72 hours of storage at 0°C.

前報[1]において著者は水に塩化アンモニウムが加わるとフナの筋肉内高エネルギー燐化合物に影響を与えて，それが直ちに減少することを報告した。本報においては，有機麻酔薬ウレタン (*ethyl carbamate*) を用いて同様の研究を行なつたので，ここにその結果を報告する。

本研究を行なうにあたり，終始御懇篤な御指導をいただいた東北大学農学部土屋靖彦教授に衷心より御礼を申し上げる。

実　験　の　部

(1) フナに対するウレタンの影響

ほぼ同じ大きさ (平均体長 11.7 cm, 平均体重 38.8 gr) のフナ, *Carassius auratus* Linné を 0.5, 1.0, 2.0% のウレタン溶液に放ち, Fig. 1, 2, 3 に示したような時間ごとに 4 尾づつをとりあげて，麻酔した状態のものから前報[2]に述べたと同じ方法で採肉し，その燐化合物量を測定した。なお，本実験期間中の平均水温は 19.5°C であつた。

(2) ウレタン麻酔が魚の死後変化におよぼす影響

1.0% ウレタン溶液に 1.5 分間入れて麻酔させたフナを撲殺して 0°C で貯蔵し，それの死後変化におよぼす影響をしらべた。その結果は Table 1, Fig. 4 および 5 に示す。なお，本実験期間中の平均水温は 8.5°C であつた。

* 聖霊女子短期大学家政学研究室 (Department of Home Economics, Holy Ghost Junior College, Akita City).

結果および考察

〔I〕 フナに対するウレタンの影響

本実験に用いた大きさのフナは 0.5% ウレタン溶液中では見たところ，1.5~2.0 分くらいから麻酔がかかり，泳ぎ廻われないようになる。2.5~3.0 分後には完全に横になり動かなくなる。1.0%，2.0% 濃度の溶液では麻酔がより短時間でかかり，それぞれ 1.5 分，1.0 分で活動しなくなる。

結果は Fig. 1, 2, 3 に示した。

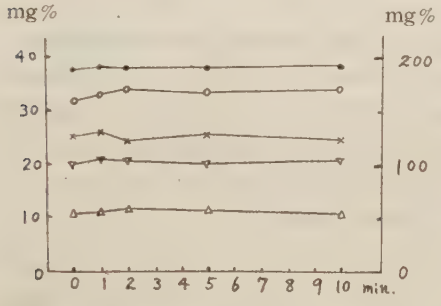


Fig. 1. Changes of the contents of various phosphorus compounds in muscle of gibels narcotized by 0.5% urethan solution.

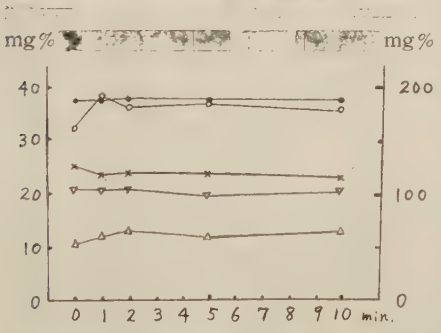


Fig. 2. Changes of the contents of various phosphorus compounds in muscle of gibels narcotized by 1.0% urethan solution.

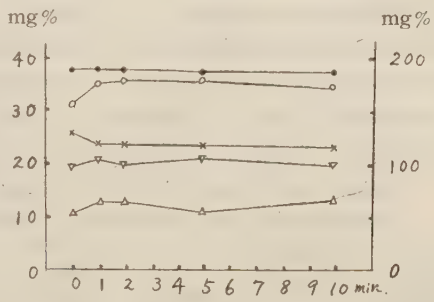


Fig. 3. Changes of the contents of various phosphorus compounds in muscle of gibels narcotized by 2.0% urethan solution.

In these figures, the left ordinate shows the content of 7′P (○—○), CP (△—△) or RP (▽—▽), and the right the content of IP (×—×) or TP (●—●), and the abscissa shows the period of time during which the fish had been reared in urethan solution.

ウレタンで麻酔させると，麻酔させずに撲殺した対照の試料よりも極めて多くの 7′P, CP が筋肉中に含まれている。すなわち 0.5% 処理のものでは 7′P は対照よりも 1.1~2.4 mg%，1% 処理のものでは 3.9~6.3 mg%，2% 処理では 3.9~5.4 mg% 多い値を示し，CP は 0.5% 処理では差が見られないが，1% 処理では 0.9~2.5 mg%，2% 処理では 0~2.1 mg% 多い値を示した。これらの値の大部分は本研究第 II 報で求めた個体差の標準偏差値と照合して有意な差であることが認められる。また，IP/TP を求めると，対照で 0.66~0.68 を示すのに対し，0.5% 処理では 0.64~0.67 と多少減少し，1% 処理では 0.62~0.63，2% 処理では 0.62~0.63 と明らかに小さな値を示す。さらに 7′P, CP について同様な検討を加えると，IP の場合とは反対に対照がそれぞれ 0.16~0.17，0.06 を示すのに対して，0.5% 処理では 0.17~0.18，0.16，1% 処理では 0.19~0.20，0.06~0.07，2% 処理では 0.19，0.06~0.07 とやや大きな値を示している。RP/TP はいずれの場合も 0.10~0.11 と変化が認められない。要するにウレタン麻酔をほどこすとこのように TP に対する IP の割合が小さくなり，7′P, CP のそれが大きくなるということは，TP 値に

は有意な変動が見られない（本研究第 II 報参照）から，CP, 7′P など，いわゆる高エネルギー燐化合物の燐酸遊離が麻酔をほどこしたことによつて抑制されたと解釈していいのではないだろうか。

この事実から，ウレタン麻酔は撲殺処理よりもフナ筋肉内の高エネルギー燐化合物をあまり著しく変化させないで処理できる方法というようにいえると思う。さらにここに得られた結果と，動物の苦悶が筋肉内高エネルギー燐化合物の消費をともなうという藤巻[8]，BATE-SMITH[4] らの見解を併わせ考えると，従来直殺方法として行なわれてきた撲殺という操作も，少なくとも高エネルギー燐化合物の減少という面からするとある程度影響を与えている方法であるといえよう。

〔II〕 死後変化に与える影響

上に述べたような処理条件にもとづく筋肉内高エネルギー燐化合物含量の差が，その死後時間の経過とともに，いかにその分解過程に影響するかについて検討を加えた。Table 1 および Fig. 4, 5 が示すように，7′P は対照の試料よりもウレタン麻酔をほどこした試料のほうが死直後の筋肉内含量が多い。これはさきの

Table 1. Post-mortem changes of various phosphorus compounds in muscle of the gibels, which were killed by striking on the head and stored at 0°C, after being treated with 1.0% urethan for 1.5 min or untreated (control).

Concentration of urethan	Storing time at 0°C hours	Body length cm	Body weight gr	IP mg%	7′P mg%	CP mg%	TP mg%	RP mg%
1.0% (1.5 min)	0	10.3	28.5	112.9	35.3	10.5	176.6	17.9
	5	11.0	33.6	114.2	34.8	8.0	175.2	18.2
	8	10.3	29.8	120.2	36.2	4.5	179.4	18.5
	16	10.8	33.0	128.5	30.0	1.2	178.2	18.5
	20	10.5	30.3	142.2	20.1	+	181.8	19.5
	24	10.7	32.2	148.2	18.3	+	189.5	23.0
	48	11.0	34.3	159.0	2.6	0	185.9	23.8
	64	11.1	33.8	165.8	3.8	0	197.3	27.4
	72	10.2	26.4	168.5	2.2	0	199.7	29.0
Control	0	10.4	30.2	117.6	32.5	12.6	179.8	17.1
	5	10.8	32.6	118.4	34.3	7.5	178.0	17.8
	8	11.0	32.3	121.8	32.0	3.2	174.5	17.5
	16	10.5	30.5	140.8	16.5	1.2	177.2	18.7
	20	10.2	25.0	153.1	7.5	+	181.7	21.1
	24	10.5	29.2	158.0	8.7	0	189.7	23.0
	48	11.1	33.3	166.4	1.7	0	194.2	26.6
	64	10.7	31.7	168.3	0.5	0	198.1	29.3
	72	11.0	34.2	170.4	0.5	0	200.4	29.5

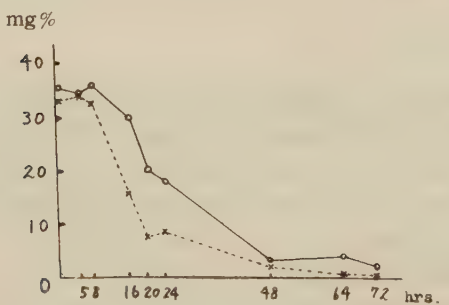


Fig. 4. Post-mortem changes of 7′P content in muscle of gibels, which were killed by striking on the head and stored at 0°C, after being treated with 1.0% urethan for 1.5 min (○—○), or untreated (×···×).

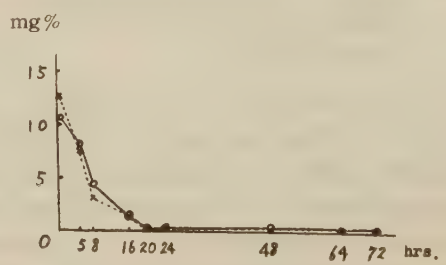


Fig. 5. Post-mortem changes of CP content in muscle oi gibels which were killed by striking on the head and stored at 0°C, after being treated with 1.0% urethan for 1.5 min. (○—○), or untreated (×···×).

実験〔I〕の結果から明らかなところである。しかしそれを 0°C で貯蔵しておくと，その分解は撲殺試料とウレタン麻酔試料とではほぼ同じ傾向で行なわれる。したがつて，同時間後における両試料 7′P 値の間には常に明瞭な差が認められる。その差のもつとも大きいのは 16 時間後の 14.5 mg%，もつとも小さいのは 5 時間後の 0.5 mg% であつた。このように，両試料魚筋肉の 7′P 含量の差が貯蔵時間によつて変化しているのは，結局，採肉前の処理過程において与えられる苦悶の多寡が筋肉内糖質や高エネルギー燐化合物などに量的な差を生ぜしめ，その差がさらに死後 7′P 変化の上にも強く影響すると解釈できると思う。なお，この問題に関する酵素学的な見解は後報に譲る。

一方，CP について見ると，魚類筋肉内に含まれる CP は前報[1),2),5)]に明らかなように量的に非常に少なく，その死後変化も死直後から早急に始まる。本実験の結果においても，死後 8 時間内に極めて急激に分解し，24 時間後には全く消失する。この場合，対照試料のほうがウレタン麻酔試料よりも死後 8 時間内の分解がやや急速である。

次に 7′P と CP の分解消失の傾向を併わせて考察すると，CP 分解が 50% 付近まで行なわれてはじめて 7′P の急速分解が始まることが認められる。この点は前報[1)]と同様である。

要　　約

1. ウレタンの溶存する水にフナを放ち，それが筋肉内燐化合物にいかに影響するかを研究した結果，ウレタン溶液の濃度が 0.5% では 2.5~3.0 分で麻酔がかかり，1.0, 2.0% では 1.5 分，1.0 分でそれぞれほとんど完全な麻酔がかかる。かつ麻酔処理試料は撲殺試料よりも筋肉内に多くの高エネルギー燐化合物を含んでいた。

2. 上に述べた 2 試料を 0°C に貯蔵した場合の燐化合物の死後変化を比較したところ，麻酔処理試料のほうが撲殺試料より死後少なくとも 72 時間までは高エネルギー燐化合物をかなり多く筋肉内にとどめた。したがつて，麻酔法が撲殺法よりも魚筋肉内高エネルギー燐化合物を消耗させることなしに処理することができる方法であることが明らかにされた。

文　　献

1) 中野智夫：本研究第 VI 報，本誌投稿中.
2) 中野智夫：本誌，**26**, 1192 (1960).
3) 藤巻正生ら：——，**19**, 499 (1953).
4) Bate-Smith, E. C. and Bendall, J. R.: *J. Physiol.*, **106**, 177 (1947).
5) 中野智夫・土屋靖彦：本誌，**26**, 1095 (1960).

暖冬期における寒天の変敗防止に関する研究－Ⅶ.
塩化ビニル製寒天簀使用による“ダンカン”防止効果について

藤沢浩明

(1961 年 7 月 31 日受理)

STUDIES ON THE ANTISEPSIS FOR AGAR DURING THE MANUFACTURING PROCESS IN THE MILD WINTER—VII.
THE USE OF A PLASTIC MAT PREFERABLE FOR PREPARING "TOKOROTEN" AND AGAR WITHOUT SPOILAGE

Hiroaki Fujisawa*

In the previous papers[1,2], it was ascertained that the spoilage of "tokoroten" and agar during agar manufacturing in the mild winter results from the use of tainted reed mats in the process of freezing and drying and the disinfection of the reed mats with sodium hypochlorite solution is effective to prevent the spoilage.

It is considered by the author that the ordinary reed mat is easily tainted by the causative bacteria, but a plastic mat will not easily be tainted and its employment instead of the reed mat will consequently be effective to prevent the spoilage.

The present study was designed to ascertain the effect of the use of a mat made of polyvinyl chloride pipes and vinylon cords in preventing the spoilage of "tokoroten" and agar during agar manufacturing.

The results obtained are presented in Tables 2~5 and summarized as follows:

(1) The plastic mat is less easily tainted by the causative bacteria than the reed mat and its employment is appreciably effective in preventing the spoilage of "tokoroten" and agar.

(2) Though the plastic mat is not easily tainted, it becomes still spoilt in a greater or smaller degree when repeatedly put to use. Therefore, it seems still necessary to disinfect the mat after its use.

(3) In view of practical use, some improvements of the plastic mat are suggested.

緒　　言

前報[1,2]において，寒天の製造工程中に起こる“ダンカン”の直接的原因が，寒天分解細菌やその他の色素産生細菌によつて汚染された寒天製造用ヨシ簀の使用にあることを確認し，その防止方法の一つとして，ヨシ簀を使用前に次亜塩素酸ソーダ溶液に浸漬し，殺菌処理を行なうことによつて，かなりの効果が挙げられることを報告した。これらの原因細菌によつて汚染されやすい従来のヨシ簀の代わりに，汚染されにくいと考えられるプラスチック製の寒天簀を使用することによつて，“ダンカン”防止により以上の効果があるものと予想される。したがつて，著者は塩化ビニルパイプをビニロンで編んだプラスチック製の寒天簀（以下塩ビ簀と略称する）を試作し，その使用による“ダンカン”防止効果について実験したので，結果を報告する。

報告にさきだち，本稿の御校閲を賜わつた東京水産大学岡田郁之助先生，有益な御教示を賜わつた神戸大

* 兵庫県立水産試験場 (Hyogo Pref. Fish. Exp. Stat., Akashi, Japan).

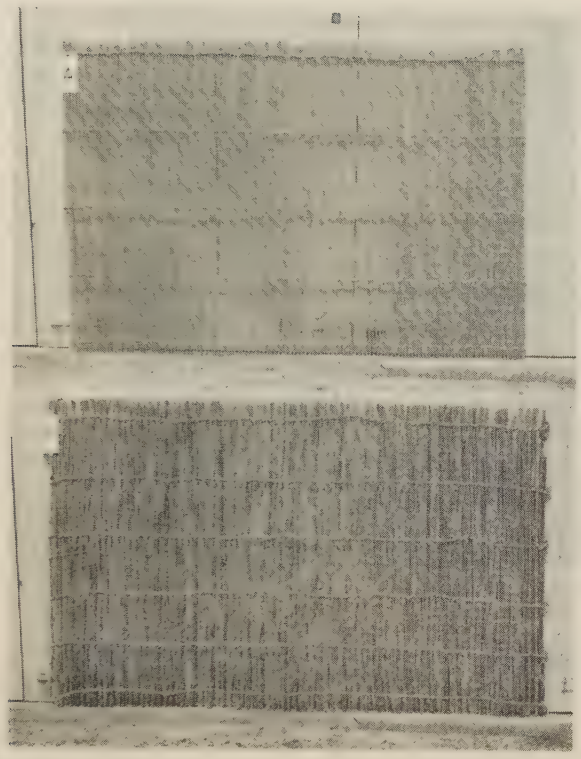


Fig. 1. Plastic mat and reed mat used in the examination.
A : Mat made of polyvinyl chloride pipes and vinylon cords.
B : Ordinary mat made of reed pipes and straw cords.

学麓禎康助教授，終始御指導，御鞭韃を賜わつた兵庫県立水産試験場助川輝武製造課長，種々御高配を賜わつた井沢康夫場長，現地試験について格別の御尽力をいただいた兵庫県寒天協同組合副理事長古藪広一氏ならびに古藪寒天工場長古藪雄作氏および塩ビ簀を試作提供され，かつ研究費の一部を負担された大東管業株式会社に謹んで謝意を表する。

実 験 の 部

供試塩ビ簀： 外径 6 mm，肉厚 1 mm，長さ 1 m の硬質塩化ビニルパイプ約 150 本を，太さ 2.5 mm 3 本撚りのビニロン 5 本（全長 23 m）でヨシ簀状に編み，簀の全長を 1.5 m に仕上げたもの (Fig. 1)。

供試トコロテン： 実験材料に用いたトコロテン*の一般化学成分ならびにゼリー強度は Table 1 のとおりである。

1. 塩ビ簀使用の“ダンカン”防止効果

塩ビ簀を使用した場合，果して“ダンカン”防止効果があるかどうかを確かめるために，次のような予備実験を行なつた。

実験方法： 塩ビ簀の新品および再用品（前年の製造期間中に 1 回使用したもので，寒天片の付着の状態からみた肉眼的観察で

Table 1. Chemical composition and jelly strength of used “tokoroten”.

Sample No.	Moisture (%)	Dry matter (%)	Total nitrogen (mg%)	Crude protein (%)	Crude ash (%)	Carbohydrate* (%)	Jelly strength** (g/cm²)	Date
1	98.36	1.64	20.8	0.13	0.11	1.40	430	Jan. 19, 1960
2	98.06	1.94	19.4	0.12	0.14	1.68	750	Dec. 23, 1960
3	98.17	1.83	16.5	0.10	0.12	1.61	750	Dec. 28, 1960
4	98.00	2.00	25.0	0.16	0.15	1.69	630	Feb. 17, 1961
5	98.00	2.00	21.0	0.13	0.17	1.70	440	Feb. 21, 1961

* Carbohydrate was calculated from the equation, 100−(moisture+crude protein+crude ash).
** Jelly strength was measured at room temperature (8～20°C).

* 兵庫県西宮市の寒天工場において製造されたもので，1 釜分の原藻配合割合を例示すれば，次のとおりである。

アフリカ産テングサ（上） 26.2 kg
韓国産テングサ（下） 48.8 〃 } 150 kg
アフリカ産オゴノリ（上） 75.0 〃

日本産テングサ（上） 37.5 kg
アフリカ産テングサ（下） 127.5 〃 } 165 kg
アフリカ産テングサ（上） 75.0 〃
アフリカ産テングサ（下） 97.5 〃 } 172.5 kg

は汚染度が小であつた。）と，対照として従来のヨシ簀の新品および再用品（塩ビ簀と同様1回使用したもので，肉眼的には汚染度が小であつた。）を用い，次のようにして“ダンカン”の起こる程度を比較した。すなわち，前報[1,2,3]に準じ，各試験区ともそれぞれ寒天簀を三等分した中央の部分に，トコロテン5本分（約 8kg）を細天突きで突き並べ，その上に他の両端の部分を交互に折り重ね，さらに寒天簀全体を莚で覆つてなるべく凍結させないようにし，1960 年 1 月 19 日から18日間戸外の棚場（凍乾場の竹棚の上）に放置して（気温 −9～+12°C）変敗を受けさせた。その外観を肉眼的に観察するとともに，1本分（約 1.6kg）のトコロテンを採取して試料とし，実験室に持ち帰えり，日寒式測定器によつてゼリー強度を測定した。各試料の乾物重量を測定したところ，放置中の脱水の程度により多少の差異が見られたので，ゼリー強度の測定に当たつては，条件を一定にするために，以下のように前処理を行なつた。すなわち，いずれも蒸留水を添加して最初の無水物量 1.64% になるように補正した後，その 500g を冷却器つきフラスコ中で加熱溶解し，長さ 30cm，巾 6cm，深さ 4cm の真鍮函に入れて凝固させ，20°C の恒温器中に 14～16 時間放置してから，ゼリー強度を測定した。

次にトコロテンは覆いを除き，10日間常法どおり凍乾させて寒天に仕上げ，その外観を肉眼的に観察するとともに，1本分(約 32g) の製品を試料として採取し，1.5% ゲルについてゼリー強度を測定した。

Table 2. The preventive effect of a plastic mat on the spoilage of “tokoroten” and agar.

Kind of mat used		“Tokoroten” Spoilage	“Tokoroten” Jelly strength (g/cm²)	Agar Spoilage	Agar Jelly strength (g/cm²)
Plastic mat	new	±	390	±	320
	used	±	400	±	320
Reed mat	new	+	370	±	320
	used	卅	150	卅	120

The signs (±, +, 卅) stand for stages of spoilage in “tokoroten” and agar (Ref., the previous paper[1]).

実験結果: Table 2 に見られるように対照のヨシ簀については，新品の試験区のトコロテンおよび寒天の変敗はごくわずかであつたが，再用品の試験区ではトコロテンおよび寒天の変敗が甚だしく，著しい“ダンカン”の状態を示した。これに比較して，塩ビ簀の場合は，新品および再用品の試験区ともにトコロテンおよび寒天の変敗はごくわずかであつた。

2. 繰り返し使用した場合における塩ビ簀の汚染度

上記1の結果から，塩ビ簀は使用回数が少なく汚染度が小である場合は“ダンカン”は起こりにくいことがわかつたが，繰り返し使用して行くうちには，寒天簀自体が原因細菌によつて汚染され，“ダンカン”を避けにくくなる懸念があるので，実際繰り返し使用した場合にどの程度汚染されるかを，次の方法によつて確かめようとした。

実験方法: 新品の塩ビ簀3枚を選んで，常法どおりそれぞれ20本分のトコロテンを突き並べ (Fig. 2)，1960 年12月28日から17日間凍乾させて（気温 −6～+14°C）寒天に仕上げた。対照としてヨシ簀の新品についても全く同じ処理をした（以下同様）。2回目は1回使用した寒天簀に同様トコロテンを突き並べ，1961 年 1 月 19 日から 14 日間（気温 −5～+13°C）で寒天に仕上げた。3回目は 2 月 10 日から 10 日間（気温 −6～+10°C），4回目は2月21日から9日間（気温 −5～+18°C），いずれも同様に処理し，自然条件において繰り返し使用した。新品および 1～4 回使用の各試験区の寒天簀3枚分について，それぞれ中央部分*のビニロン（あるいはワラ繩）および塩ビパイプ（あるいはヨシ）約 10g ずつを無菌的に採取して，実験室に持ち帰えり，前報[1,2,4]と同様の方法により，各試料 1g を 100cc の滅菌水中に投入して充分振盪攪拌し，付着細菌を懸濁させ，この懸濁液 1cc ずつをトコロテン平板培地に分注し，20°C の恒温器中で7日間培養を行ない，培地の外貌の変化を肉眼的に観察することによつて汚染の程度を判定し，比較検討した。

---

* 寒天簀の中央部分は，周縁部分よりもトコロテン，あるいは寒天に一様によく接触して，汚染される度合が大であつて，汚染度の判定に便であると考えたので，この部分を試料に選んだ。

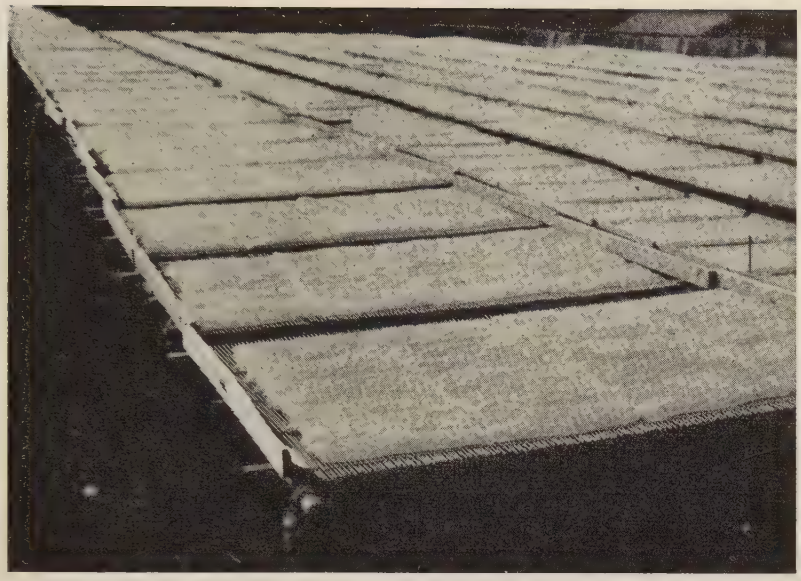


Fig. 2. "Tokoroten" laid on the plastic mat.

実験結果: Table 3 に示すとおりである。汚染度の判定には，7日目におけるトコロテン培地の"ダンカン"の程度の明らかな状態を示す ## および ### の出現率を重視し，3培地（簀1枚につき1培地）に対する割合で表示した。対照であるヨシ簀のワラ縄部分については，新品 (B_0) は 0/3 であつたが，1回使用のもの (B_1) は 1/3 となり，2回以上のもの (B_2～B_4) は 3/3 となり，またヨシ部分については，B_0 は 0/3 であつたが，B_1 は 1/3，B_2～B_4 は 2/3 となつた。これに比較して，塩ビ簀の場合は，ビニロン部分が A_0～A_3 は 0/3，A_4 は 1/3 となり，塩ビパイプ部分が A_0～A_4 いずれも 0/3 を示した。したがつて，同一の繰り返し回数のものについて比較すれば，繊維部分，パイプ部分ともに，塩ビ簀のほうが，ヨシ簀よりもはるかに汚染の程度が小であることが見られた。

Table 3. Comparison of the degrees of bacterial taint between plastic and reed mats at repeated use.

Kind of mat used	Degree of taint on cords: Daily growth of bacteria 1	2	3	4	5	6	7	The ratio of spoilt medium's number to total	Degree of taint on pipes: Daily growth of bacteria 1	2	3	4	5	6	7	The ratio of spoilt medium's number to total
New plastic mat (A_0)	−	−	−	+	+	+	##	0/3	−	−	−	−	−	−	−	0/3
	−	−	±	+	+	+	##		−	−	−	+	+	##	##	
	−	±	+	+	+	##	##		−	±	+	+	+	##	##	
New reed mat (B_0)	−	−	+	+	+	##	##	0/3	−	−	±	±	+	+	##	0/3
	±	+	+	+	+	##	##		−	−	±	+	##	##	##	
	+	+	+	+	+	##	##		±	+	+	+	##	##	##	
Plastic mat reused once (A_1)	−	−	−	±	+	+	##	0/3	−	−	−	±	+	##	##	0/3
	−	−	±	+	##	##	##		−	−	−	+	##	##	##	
	−	−	±	+	##	##	##		−	−	±	+	##	##	##	
Reed mat reused once (B_1)	±	±	+	+	##	##	##	1/3	−	±	±	+	##	##	##	1/3
	±	±	+	+	##	##	##		−	±	+	+	##	##	##	
	±	±	##	###	###	###	###		±	±	+	##	##	###	###	

Kind of mat used		Degree of taint on cords: Daily growth of bacteria 1	2	3	4	5	6	7	The ratio of spoilt medium's number to total	Degree of taint on pipes: Daily growth of bacteria 1	2	3	4	5	6	7	The ratio of spoilt medium's number to total
Plastic mat reused twice	(A_2)	−	±	+	++	++	++	++	0/3	−	−	±	+	++	++	++	0/3
		−	+	+	++	++	++	++		−	±	±	+	++	++	++	
		−	±	+	++	++	++	++		−	±	+	++	++	++	++	
Reed mat reused twice	(B_2)	+	++	++	++	+++	+++	+++	3/3	±	+	+	++	++	++	++	2/3
		+	++	++	++	+++	+++	+++		±	+	++	++	+++	+++	+++	
		+	++	++	+++	+++	+++	+++		+	++	++	++	+++	+++	+++	
Plastic mat reused three times	(A_3)	−	±	±	±	±	+	+	0/3	−	−	±	±	±	+	+	0/3
		−	±	±	±	+	+	+		−	−	±	±	±	+	+	
		−	±	±	±	+	++	++		−	−	±	±	+	+	+	
Reed mat reused three times	(B_3)	±	+	+	++	++	+++	+++	3/3	−	±	+	+	+	++	++	2/3
		±	+	+	++	+++	+++	+++		−	±	+	+	++	+++	+++	
		±	+	++	+++	+++	+++	+++		±	+	+	++	++	+++	+++	
Plastic mat reused several times	(A_4)	±	+	+	+	++	++	++	1/3	−	−	±	+	+	+	+	0/3
		±	+	+	+	++	++	++		−	±	±	+	+	+	+	
		±	+	+	+	++	++	+++		−	±	±	+	+	+	+	
Reed mat reused several times	(B_4)	±	+	++	+++	+++	+++	+++	3/3	±	+	+	+	++	++	++	2/3
		±	+	++	+++	+++	+++	+++		±	+	+	++	++	+++	+++	
		±	+	++	+++	+++	+++	+++		±	+	+	++	++	+++	+++	

The signs (−, ±, +, ++, +++, ++++) stand for stages of bacterial growth on the "tokoroten" medium. (Ref., the previous papers[1,4]).

3. 汚染度の異なる塩ビ簀を使用した場合における"ダンカン"程度および汚染度の比較

繰り返し使用して，異なる汚染度を与えられた寒天簀を用いた場合に，"ダンカン"の程度にどのような差異が現われるか，また使用後の簀の汚染度にどのような差異があるかを，次の方法によつてしらべた。

実験方法: 上記 **2** の場合と同様に，塩ビ簀および対照のヨシ簀とも，それぞれ新品 (A_0, B_0)，1～3 回繰り返し使用したもの (A_1～A_3, B_1～B_3)，古いもの (A_4, B_4，前期間中からかなり繰り返して使用したもので，肉眼的には汚染度が大であつた。)の 5 種類の寒天簀を 1 枚ずつ選び，上記 **1** と同一の方法により，"ダンカン"の程度を比較した。すなわち，トコロテンは 1961 年 2 月 21 日から 15 日間放置して (気温 −5～+20°C) 変敗を受けさせ，その後 11 日間で寒天に製了し，トコロテンおよび寒天について，それぞれ肉眼的観察およびゼリー強度の測定を行なつた。

さらに各試験区の寒天簀について上記 **2** と同様の方法によつて，天突き前と寒天製了後との汚染度をそれぞれ比較検討した。

実験結果: Table 4 に示すとおりである。塩ビ簀については，3 回

Table 4. Comparison of the effects between plastic and reed mats at repeated use on the spoilage of "tokoroten" and agar.

	Kind of mat used		"Tokoroten" Spoilage	"Tokoroten" Jelly strength (g/cm²)	Agar Spoilage	Agar Jelly strength (g/cm²)
Plastic mat	new	(A_0)	±	410	±	310
	reused once	(A_1)	±	420	±	330
	reused twice	(A_2)	+	430	+	320
	reused three times	(A_3)	+	390	+	300
	reused several times	(A_4)	++	250	++	230
Reed mat	new	(B_0)	+	440	+	310
	reused once	(B_1)	+	440	+	330
	reused twice	(B_2)	+	420	+	310
	reused three times	(B_3)	++	270	++	240
	reused several times	(B_4)	++	250	++	210

目のものまで (A_0～A_3) にはほとんど“ダンカン”が見られず，それ以上のもの (A_4) のみにかなりの“ダンカン”が見られた。ヨシ簀の場合は，2回目のものまで (B_0～B_2) にはほとんど“ダンカン”が見られなかつたが，それ以上の B_3 および B_4 には“ダンカン”が見られた。ことに繰り返し回数3回目のものについて両者を比較すると，塩ビ簀の試験区にはほとんど“ダンカン”が見られなかつたが，ヨシ簀の試験区については著しい“ダンカン”が見られ，塩ビ簀の“ダンカン”をまねきにくいことがわかつた。

Table 5. Comparison of the degrees of bacterial taint between plastic and reed mats at different stages of the pepeated operation.

Kind and part of mat used		Degree of taint before use: Daily growth of bacteria 1	2	3	4	5	6	7	Degree of taint after use: Daily growth of bacteria 1	2	3	4	5	6	7
Cord of plastic mat	A_0	−	−	±	+	+	+	+	±	±	+	+	++	++	++
	A_1	−	−	±	+	+	+	++	±	+	+	++	++	++	++
	A_2	−	−	±	+	+	+	++	±	+	+	++	++	++	++
	A_3	−	−	±	+	+	+	++	±	+	+	++	++	++	++
	A_4	−	−	±	+	+	++	++	+	+	++	++	++	++	++
Cord of reed mat	B_0	±	+	+	+	+	+	++	+	+	++	++	++	++	++
	B_1	±	+	+	+	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++
	B_2	±	+	+	+	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++
	B_3	±	+	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++
	B_4	±	+	++	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++
Pipe of plartic mat	A_0	−	−	−	−	−	−	−	−	±	±	+	+	+	++
	A_1	−	−	±	±	+	+	+	−	±	±	+	+	++	++
	A_2	−	−	±	±	+	+	+	−	±	+	+	++	++	++
	A_3	−	−	±	±	+	++	++	−	±	+	+	++	++	++
	A_4	−	−	±	±	+	++	++	±	±	+	+	++	++	++
Pipe of reed mat	B_0	−	−	±	±	+	+	+	±	+	+	++	++	++	++
	B_1	±	±	±	±	+	++	++	±	+	++	++	++	++	++
	B_2	±	±	±	+	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++
	B_3	±	+	+	+	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++
	B_4	±	+	+	+	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++

また各試験区の寒天簀の使用前における汚染度は，Table 5 に見られるように，繊維部分については，塩ビ簀の場合は A_0 でもつとも小で，A_1～A_3 でこれに次ぎ，A_4 ではかなり大であり，ヨシ簀の場合は B_0 でもつとも小で，B_1, B_2 でこれに次ぎ，B_3 B_4 では著しく大であつた。またパイプ部分については，塩ビ簀の場合は A_0 がほとんど汚染されておらず，A_1, A_2 がごくわずかに汚染され，A_3, A_4 はやや汚染がすすみ，A_4 の汚染度はビニロン部分より小であることが見られた。ヨシ簀の場合は B_0 の汚染度がごくわずかであるほかは，いずれもやや汚染されているが，B_3, B_4 の汚染度はワラ繩部分よりも小であることが見られた。次に同一繰り返し回数のものについて，両者の汚染度を繊維部分から比較すれば，2回目のものまではほぼ同様であるが，3回目のものは塩ビ簀のほうがヨシ簀よりもはるかに小であり，4回以上のものについてはいずれも汚染度がかなり大であるが，塩ビ簀のほうがヨシ簀よりもやや小であることが見られた。またパイプ部分について両者を比較すれば，2回目のものまではいずれも塩ビ簀のほうがヨシ簀よりも小であり，3回目以上のものには大差が見られなかつた。

使用後における各寒天簀の汚染度については，塩ビ簀のほうは A_0～A_4 ともパイプ部分があまり汚染されなかつたが，A_1～A_4 のビニロン部分が汚染され，ヨシ簀のほうは B_0～B_4 全部のワラ繩部分，B_1～B_4 のヨシ部分が著しく汚染された。次に同一繰り返えし回数のものについて，両者の汚染度をパイプ部分から比較すれば，新品の場合のほかは，いずれも塩ビ簀のほうがヨシ簀よりもはるかに汚染度の小であることが見られた。また繊維部分については，新品の場合に塩ビ簀のほうがヨシ簀よりもはるかに汚染度が小であり，その他の場合は両者ともいずれも汚染度が大であつたが，やはり塩ビ簀のほうがヨシ簀よりも汚染度のやや小であることが見られた。

考　　察

上記の実験結果から，塩ビ簀のほうが従来のヨシ簀よりも，使用中に寒天簀自体が“ダンカン”の原因細菌によつて汚染される度合が小であることが認められた。すなわち，寒冷な自然条件において繰り返し使用した場合には，従来のヨシ簀は1回の使用によつても，ワラ繩部分，ヨシ部分ともにかなり汚染され（ワラ

縄部分のほうがヨシ部分よりも汚染されやすい），繰り返し回数が多くなるにつれて，汚染度の進む傾向が見られたが，塩ビ簀のほうは，かなり繰り返し使用しても汚染されにくいことが判つた（Table 3)。しかし相当回数繰り返し使用すると，ビニロン編組部分が汚染されるようである（塩ビパイプ部分はあまり汚染されない)。

“ダンカン”にかかりやすい条件において使用した場合にも，塩ビ簀はヨシ簀に比べて汚染される度合が小であるが，やはりビニロン編組部分の汚染されることがわかつた（Table 5)。これはビニロンの編組部分の凹凸面に，細菌が付着しやすいためであると考えられる。

また塩ビ簀のほうがヨシ簀よりも，トコロテンおよび寒天の変敗程度が小であつて，塩ビ簀の使用にはかなりの“ダンカン”防止効果が認められた（Table 2, 4)。しかし汚染度が大である塩ビ簀を使用した場合には，やはり“ダンカン”が進行し，かつその程度と使用前の簀の汚染度とは一致する傾向が見られた（Table 4, 5)。

以上のような観点から，塩ビ簀使用による“ダンカン”防止効果を維持するためには，やはり簀の殺菌処理を行なう必要があると考えられる。

またビニロンの編組部分の全面にプラスチックの保護被膜を施して凹凸面をなくすれば，この部分に細菌の付着するおそれがなくなり，“ダンカン”防止効果の増大に役立つものと考えられる。

今回の塩ビ簀は試作品であつて，実用上，上述のほか次のような改良点が考えられる。すなわち，供試品の規格のもでは，塩ビパイプの肉厚が薄く，トコロテンを突き並べたさいに，その重み（20 本分約 32 kg）で簀の中央部が撓み，トコロテンがその部分に寄つて厚くなり，全体の層が不均一になるので，寒天簀を予めロージという木枠に載せずに，直接棚に置く在来の関西式の場合にはそのままの使用は不適当である。実験ではロージを用いたので，使用可能であつたが，突いたトコロテンを手で一様に押し並べる（たたきという）さいに，簀が撓んで作業が行ないにくく，やはり剛さの不充分なことを感じた。したがつて，塩ビパイプを肉厚のものにするか，さらに硬質のものを用いるか，あるいは他の方法によつて補強しなければなるまい。また価格がかなり高い（供試品でヨシ簀の約3倍）ので，その低廉化が考慮されなければならない。しかし近年のプラスチックの技術的進歩および生産量の増加ならびに普及率は目覚ましいものがあるので，これらの点の改良は容易であろうと考えられる。

要　　約

塩化ビニルパイプをビニロンで編んだプラスチック製の寒天簀を試作し，その使用による“ダンカン”防止効果について実験し，次の結果を得た。

1. 塩ビ簀は従来のヨシ簀よりも，使用中に寒天簀自体が“ダンカン”の原因細菌によつて汚染される度合が小であり，トコロテンおよび寒天の変敗程度も小であつて，かなりの防止効果が認められた。

2. 塩ビ簀も繰り返し使用するうちに，ことに“ダンカン”にかかりやすい条件においては，やはり汚染されるので，防止効果を維持するためには，殺菌処理が必要であると考えられる。

3. 実用上の見地から，供試塩ビ簀の改良すべき点について考察した。

文　　献

1) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**23**，306～314 (1957).
2) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**24**，19～23 (1958).
3) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**24**，342～345 (1958).
4) 藤沢浩明・助川輝武：本誌，**23**，641～646 (1958).

低温による乾海苔の貯蔵試験

土屋靖彦・鈴木芳夫・佐々木 劭

(1961 年 8 月 19 日受理)

STORAGE OF DRIED LAVER AT LOW TEMPERATURE.

Yasuhiko Tsuchiya, Yoshio Suzuki and Takashi Sasaki*

It is very difficult to keep dried laver without changes of color, flavor and taste for long periods of time at room temperature. In the present paper, the authors have examined various methods for the preservation of dried laver at 0°C and −20°C respectively. The results obtained are shown in Table 1 to 11.

The tables show that dried laver can be well preserved for long periods of time at low temperature. The vacuum sealing method and the sealing method using carbon dioxide at −20°C seem to be very useful preservation methods for dried laver as the color, flavor and taste do not deteriorate.

市販の乾海苔は貯蔵中に非常に変化しやすく，普通の状態で放置すると容易に桃色に変化し，異臭を発することがしばしば経験される。そのような変化を防ぐために，現在は“火入れ法”が用いられている。しかし，“火入れ法”は経済的に高価であるし，火を入れたものであるから実際上新鮮な乾海苔と同じものと見做すことは困難である。本研究においては，このような欠点を除く目的で海苔を低温に貯蔵して，その間の成分変化を検討しながら，如上の目的が達せられるか否かを研究した。細部にわたつての検討は，なお資料不足の感もあるが，いちおう“火入れ法”に代わつて，低温処理によつて乾海苔の保存が可能であるという所期の目的は達せられたので，以下に報告する。

実 験 の 部

I 試 料

仙台市において市販されている乾海苔を使用した。これには変色しやすい海苔と変色しにくい海苔が業者により区別されている。変色しにくいものは，変色しやすいものに比して光沢があり，色調もより黒色で，手触わりがいくぶん硬い感じがする。本研究においては業者により選別された上記の両種を用いた。さらにまた比較のため“火入れ”を行なつたものについても試験を行なつた。これらの試料の名称は下記のごとく定めた。

A： 変色しやすい海苔の“火入れ”を行なつたもの。

B： 変色しやすい海苔の“火入れ”を行なわないもの。

C： 変色しにくい海苔の“火入れ”を行なつたもの。

D： 変色しにくい海苔の“火入れ”を行なわないもの。

II 貯蔵方法

乾海苔 1 帖宛を下記のごとく処理して，塩酸ゴム袋に入れた後，1960 年 4 月に室温，0°C および −20°C に貯蔵した。これを 2 カ月ごとに取り出し分析を行い，1961 年 4 月まで 1 カ年つづけた。

* 東北大学農学部水産利用学教室 (Dept. Marine Food Tech., Fac. Agr., Tohoku Univ.).

III 処理方法

遮　光： 黒紙で海苔を覆つた後に，塩酸ゴム袋に入れた。

非遮光： 白紙で海苔を覆つた後，あるいはそのまま塩酸ゴム袋に入れた。

真　空： 塩酸ゴム袋に入れ，真空包装した後，さらに真空デレケーター中に貯蔵した。

炭酸ガス封入： 塩酸ゴム袋に入れ，脱気した後，炭酸ガスを封入した。

乾燥剤： 乾海苔1帖に対しシリカゲル乾燥剤 1g を入れた。

IV 色素の定量方法

1) フィコエリスリンおよびフィコシアンの定量[1)]

試料 1g に 200cc の水を加え，少量のトルエンを添加して，5°C の暗所で 12 日間色素を抽出した。

次いで，抽出液の 568mμ および 615mμ の吸光値を測定して，次式よりフィコエリスリンおよびフィコシアンの量を算出した。

$$\begin{cases} \varepsilon^{E}_{\lambda E}\, x + \varepsilon^{C}_{\lambda E}\, y = \varepsilon_{\lambda E} \quad \cdots\cdots(1) \\ \varepsilon^{E}_{\lambda C}\, x + \varepsilon^{C}_{\lambda C}\, y = \varepsilon_{\lambda C} \quad \cdots\cdots(2) \end{cases}$$

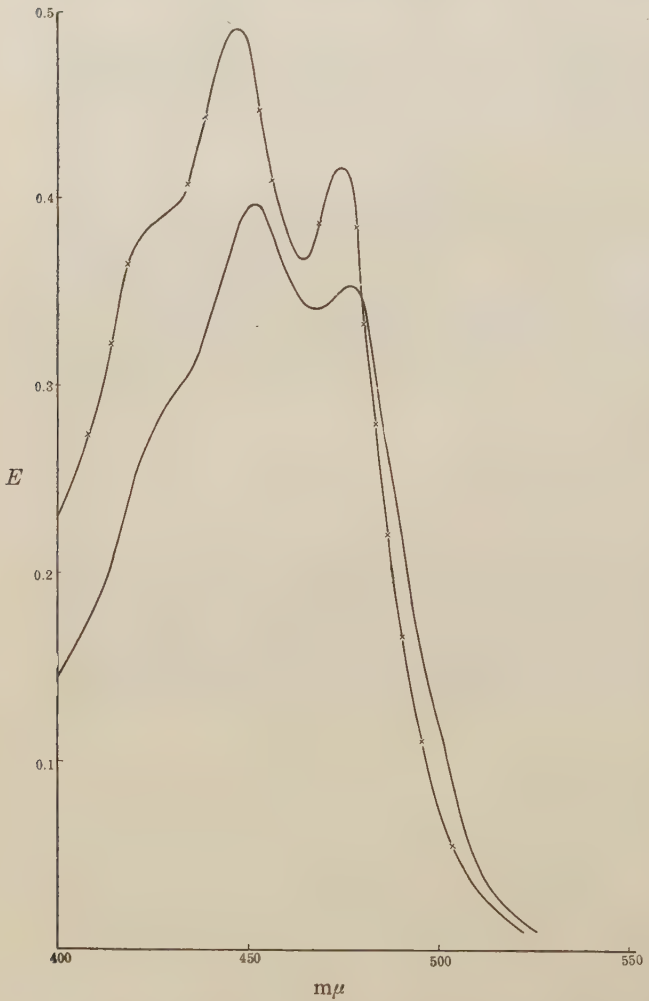


Fig. 1. The absorption spectra of carotene (——) and xanthophyll (-×——×-) in acetone.

ここに x, y はそれぞれフィコエリスリン，フィコシアンの含量，λE=568mμ, λC=615mμ はそれぞれフィコエリスリン，フィコシアンの吸収極大，$\varepsilon_{\lambda E}$, $\varepsilon_{\lambda C}$ はそれぞれ λE, λC における見掛けの吸光値，$\varepsilon^{E}_{\lambda E}$=83.8, $\varepsilon^{C}_{\lambda C}$=60.8 はそれぞれフィコエリスリン，フィコシアンの吸収極大における吸光係数（$E^{1\%}_{1cm}$），$\varepsilon^{C}_{\lambda E}$= 27.3, $\varepsilon^{E}_{\lambda C}$=0.07 はそれぞれ 568mμ, 615mμ におけるフィコシアン，フィコエリスリンの吸光係数（$E^{1\%}_{1cm}$）。

2) カロチノイドおよびクロロフィールの定量

試料 1g を 30cc のアセトンとともに5分間ホモジナイズして色素を抽出した後，30cc のアセトンで洗滌し，さらに 60cc のアセトンで一夜暗所で抽出を繰り返えし，抽出液を合して 200cc に定容し，662mμ および 450mμ の吸光値を測定して，カロチノイドおよびクロロフィールの含量を次式により算出した。

予備試験において N. A. Worker[2)] の方法により乾海苔より分離したカロチンとキサントフィールは Fig. 1 に示すごとく，アセトン溶液では 450mμ において，ほとんどその吸収極大が一致しているので，450mμ の吸光値より算出した値をカロチノイドの量とし

た。また，クロロフィールについては紅藻類にはクロロフィール *b* および *c* はほとんど存在していないので[3]，クロロフィール *a* のみとして算出した。

$$\begin{cases} \varepsilon^{ca}_{\lambda ca}x + \varepsilon^{ch}_{\lambda ca}y = \varepsilon_{\lambda ca} & \cdots\cdots(3) \\ \varepsilon^{ca}_{\lambda ch}x + \varepsilon^{ch}_{\lambda ch}y = \varepsilon_{\lambda ch} & \cdots\cdots(4) \end{cases}$$

ここに x, y はそれぞれカロチノイド，クロロフィールの含量，$\lambda ca = 450\,m\mu$, $\lambda ch = 662\,m\mu$ はそれぞれカロチノイド，クロロフィールの吸収極大，$\varepsilon_{\lambda ca}$, $\varepsilon_{\lambda ch}$ はそれぞれ λca, λch における見掛けの吸光値，$\varepsilon^{ca}_{\lambda ca}=2,500$[2]，$\varepsilon^{ch}_{\lambda ch}=1,020$[2] はそれぞれカロチノイド（カロチンとして），クロロフィールの吸収極大における吸光係数（$E^{1\%}_{1cm}$），$\varepsilon^{ch}_{\lambda ca}=7.734$*，$\varepsilon^{ca}_{\lambda ch}=0$ はそれぞれ 450 mμ, 662 mμ におけるクロロフィール，カロチノイドの吸光係数（$E^{1\%}_{1cm}$）。

V 一般成分およびアミノ酸の定量

一般成分は常法にしたがつて分析した。また，アミノ酸の定量はアラニン，グルタミン酸およびアスパラギン酸を松浦ら[5]の方法にしたがつて，Bioassay により定量した。

VI 五感検査

五感検査は海苔業者に依頼した。評価規準は店で売るときの規準にしたがつたもので，最高を 10 点とし商品価値のないものを 0 点とした。

VII 統計処理[6]

それぞれ対応する各成分の値の差を求め，差の平均が零になるかどうかを F 表を用いて検定した。

結果ならびに考察

色素の定量結果は Table 1 より Table 7 に，一般成分の定量結果は Table 8 に，アミノ酸の定量結果は Table 9 に，五感検査の結果は Table 10 に示した。

これらの定量結果はいずれも試料間の個体差が相当程度あると考えられるので，また色素の定量においては，その方法に若干便宜的なあつかいをした点があり，Table 1 に示す貯蔵前の色素の定量結果を規準に比較することは困難で Table 2 に示す貯蔵後 2 カ月目の試料を規準にした。この試料は後述するごとく，色素含量が貯蔵前のそれと比較して変化がなかつたと考えられる。

Table 1. Pigment analysis of dried laver before storage.

Pigments / Samples	P. E.* (mg%)	P. C.** (mg%)	Carot.*** (mg%)	Chloro.**** (mg%)
A§	828	696	16	49
B§§	1,003	727	15	50
C§§§	307	162	13	36
D§§§§	1,238	903	25	65

* : Phycoerythrin
** : Phycocyan
*** : Carotenoids
**** : Chlorophyll
§ : Dried laver which is more changeable in color and was warmed in heated air.
§§ : Dried laver which is more changeable in color.
§§§ : Dried laver which is less changeable in color and was warmed in heated air.
§§§§ : Dried laver which is less changeable in color.

I 色素の変化に対する貯蔵温度の影響

いろいろの条件に対し，もつとも変化が著しいと考えられるB試料について，色素の変化に対する貯蔵温度の影響を調べた。各色素を貯蔵温度により分類し，全処理法を通じての含量の差，すなわち，試料番号 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 および 11 の室温貯蔵と 0°C 貯蔵の差および 0°C 貯蔵と −20°C 貯蔵の差を同貯蔵期間ごとに検定した。その結果，貯蔵後 2 カ月目の試料においては各色素ともに有意の差が認められなかつた。これはまた後述の結果と考え合わせて，貯蔵後 2 カ月間はほとんど変化がなかつたものと考

* クロロフィール *a* の 662 mμ における吸光値と 450 mμ における吸光値の比[4]より算出。

Table 2. Chemical analysis of pigments in dried laver stored under various conditions for 2 months.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A (mg%)				B (mg%)				C (mg%)				D (mg%)			
					P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.					975	657	11	30								
				0°C					1,008	755	11	33								
				−20°C					886	672	18	30								
		None	2	Room temp.	768	401	14	31	987	716	10	30								
				0°C	798	450	22	38	1,319	903	19	45								
				−20°C	917	596	17	41	1,027	801	8	21								
	Daylignt	Dehydrated silicate	3	Room temp.					980	716	5	18								
				0°C					941	707	7	18								
				−20°C					869	642	8	25								
		None	4	Room temp.	719	385	10	39	1,595	1,063	13	37								
				0°C	908	530	18	37	1,192	806	14	52								
				−20°C	1,001	647	17	35	1,394	941	12	38								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.					838	597	11	30	266	112	10	21	1,102	741	21	54
				0°C					905	665	9	25	323	170	7	16	1,346	886	21	49
				−20°C					1,138	806	12	30	251	112	7	15	1,298	854	23	56
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.	968	608	16	33	994	726	11	30	314	147	7	15	1,126	741	20	52
				0°C	1,111	698	13	27	937	737	7	23	313	164	8	18	1,224	809	21	48
				−20°C	958	599	19	38	932	678	9	26	314	164	11	24	1,195	809	23	56
		Dehydrated silicate	7	Room temp.					926	678	8	26	275	118	9	18	1,224	851	22	34
				0°C					989	742	9	23	313	160	9	20	1,138	760	20	48
				−20°C					1,015	772	13	40	295	138	8	18	1,315	831	27	45
		None	8	Room temp.	886	524	15	31	992	795	8	27	331	117	7	17	1,143	816	22	38
				0°C	728	372	17	37	474	752	12	25	278	118	10	22	939	799	24	49
				−20°C	1,013	637	18	39	1,269	969	20	54	263	115	8	17	1,248	821	21	52
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					910	658	12	36								
				0°C					903	665	8	25								
				−20°C					946	720	10	28								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.	745	431	18	40	905	599	8	31								
				0°C	1,032	654	17	38	953	661	10	38								
				−20°C	812	466	19	42	1,080	732	8	24								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					948	753	12	34								
				0°C					893	701	12	35								
				−20°C					913	684	10	28								

The columns of storing methods and storage temperature in Table 3 to 10 are similar to those of Table 2.

Table 3. Contents of pigments in dried laver stored for 4 months.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A (mg%)				B (mg%)				C (mg%)				D (mg%)			
					P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.					760	531	10	31								
				0°C					1,087	735	18	42								
				−20°C					1,050	833	13	34								
		None	2	Room temp.	426	176	12	30	828	533	18	42								
				0°C	920	601	15	30	991	795	11	34								
				−20°C	633	371	16	34	938	621	20	43								
	Daylight	Dehydrated silicate	3	Room temp.					1,169	746	8	30								
				0°C					869	714	8	24								
				−20°C					1,401	987	11	38								
		None	4	Room temp.	789	477	11	28	1,236	821	9	33								
				0°C	883	556	15	34	1,345	932	11	36								
				−20°C	702	423	16	36	1,452	960	14	46								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.					750	537	3	17	235	99	7	17	1,021	636	17	50
				0°C					937	720	9	27	207	96	9	19	1,013	712	9	19
				−20°C					1,225	946	13	33	260	145	12	24	1,194	802	21	53
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.	518	284	11	29	818	563	5	21	234	96	8	21	957	644	11	41
				0°C	796	484	15	33	855	655	10	26	240	109	9	21	1,026	738	21	48
				−20°C	963	647	14	33	796	494	15	34	265	145	12	25	1,224	854	19	47
		Dehydrated silicate	7	Room temp.					753	669	4	26	199	69	4	15	949	719	16	47
				0°C					858	655	15	44	227	116	9	19	1,006	706	20	50
				−20°C					987	791	13	37	219	96	10	20	1,152	776	21	49
		None	8	Room temp.	629	404	6	25	556	418	6	28	223	119	6	19	1,126	813	13	41
				0°C	823	527	18	38	801	639	12	33	223	129	11	23	931	664	25	56
				−20°C	863	543	13	30	839	536	20	45	250	132	12	25	1,143	796	21	50
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					628	453	6	27								
				0°C					732	571	12	38								
				−20°C					819	655	9	25								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.	572	322	9	24	743	436	6	30								
				0°C	901	601	17	36	890	608	10	37								
				−20°C	682	398	20	43	756	600	13	38								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					712	604	3	21								
				0°C					803	632	9	31								
				−20°C					825	592	14	41								

Table 4. Contents of pigments in dried laver stored for 6 months.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A (mg%)				B (mg%)				C (mg%)				D (mg%)			
					P.E.	P.C.	Carot.	Chloro.	P.E.	P.C.	Carot.	Chloro.	P.E.	P.C.	Carot.	Chloro.	P.E.	P.C.	Carot.	Chloro.
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.					466	274	8	28								
				0°C					1,061	682	21	44								
				−20°C					1,147	974	13	35								
		None	2	Room temp.	795	488	15	29	839	520	17	38								
				0°C	833	533	18	34	1,242	933	19	43								
				−20°C	769	430	20	40	974	752	10	26								
	Daylight	Dehydrated silicate	3	Room temp.					637	453	5	23								
				0°C					1,317	870	22	41								
				−20°C					1,005	811	12	33								
		None	4	Room temp.	651	371	14	28	1,231	864	10	34								
				0°C	720	426	20	40	1,323	940	15	41								
				−20°C	978	630	18	36	879	697	11	30								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.					901	601	11	31	236	89	8	18	950	627	17	48
				0°C					955	729	12	31	291	125	13	26	1,342	919	28	60
				−20°C					1,078	724	20	39	290	128	11	23	1,172	760	26	58
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.	568	352	10	27	672	499	5	19	249	99	7	21	950	604	15	41
				0°C	788	451	18	35	944	594	19	43	268	128	12	23	1,026	745	27	54
				−20°C	929	598	17	32	1,018	821	14	32	300	135	10	19	1,104	866	22	43
		Dehydrated silicate	7	Room temp.					673	512	4	25	218	93	5	17	1,168	941	17	50
				0°C					902	740	14	32	277	132	11	23	814	1,109	23	53
				−20°C					913	713	12	33	290	141	11	22	1,278	814	26	58
		None	8	Room temp.	721	498	5	24	771	781	4	31	223	113	4	16	1,166	901	10	37
				0°C	668	380	15	35	827	632	9	25	224	89	12	22	1,021	732	23	52
				−20°C	686	370	18	37	1,410	1,089	21	50	230	93	11	21	1,310	899	21	47
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					489	336	2	15								
				0°C					804	635	14	36								
				−20°C					805	632	15	37								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.	295	112	5	19	776	452	3	19								
				0°C	858	530	18	31	816	612	16	41								
				−20°C	745	416	21	43	790	649	14	37								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					667	581	2	24								
				0°C					863	697	16	30								
				−20°C					794	563	16	46								

Table 5. Contents of pigments in dried laver stored for 8 months.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A (mg%)				B (mg%)				C (mg%)				D (mg%)			
					P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.					694	485	6	18								
				0°C					1,003	788	12	27								
				−20°C					927	926	11	23								
		None	2	Room temp.	596	287	13	24	720	478	10	23								
				0°C	967	629	17	28	868	630	11	24								
				−20°C	941	629	18	30	889	623	17	33								
	Daylight	Dehydrated silicate	3	Room temp.					612	404	4	16								
				0°C					1,524	1,063	17	36								
				−20°C					976	828	12	26								
		None	4	Room temp.	242	56	10	25	817	474	6	23								
				0°C	888	545	18	28	1,371	990	15	32								
				−20°C	693	403	18	33	990	870	13	26								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.					582	408	5	19	299	121	6	18	935	626	11	36
				0°C					871	741	10	32	253	141	9	16	1,129	966	24	42
				−20°C					935	773	12	25	303	153	11	20	1,220	1,054	19	33
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.	591	352	10	22	649	473	3	17	232	79	6	15	888	545	14	35
				0°C	722	416	18	32	911	692	11	22	293	193	10	17	1,098	699	24	40
				−20°C	993	658	19	29	844	696	12	25	296	209	12	19	1,001	642	27	49
		Dehydrated silicate	7	Room temp.					695	635	2	22	230	85	3	16	961	756	6	34
				0°C					898	770	11	21	257	111	7	14	922	665	18	34
				−20°C					1,193	976	12	24	260	111	14	21	1,342	876	22	40
		None	8	Room temp.	543	369	3	18	610	535	2	10	187	50	3	15	1,343	1,052	8	30
				0°C	710	316	15	24	792	680	11	27	224	99	8	15	938	626	21	40
				−20°C	697	403	17	33	926	793	12	25	268	131	10	17	1,133	803	24	41
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					527	366	2	19								
				0°C					822	660	10	24								
				−20°C					902	734	10	23								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.	275	95	5	18	616	492	3	19								
				0°C	723	397	17	28	1,054	732	14	32								
				−20°C	693	410	15	27	784	732	12	29								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					563	454	2	22								
				0°C					876	714	15	33								
				−20°C					798	618	16	32								

Table 6. Contents of pigments in dried laver stored for 10 months.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A (mg%)				B (mg%)				C (mg%)				D (mg%)			
					P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.					654	378	10	26								
				0°C					869	663	9	27								
				−20°C					979	740	14	29								
		None	2	Room temp.	528	255	8	21	768	550	7	21								
				0°C	625	335	13	28	622	336	15	30								
				−20°C	861	548	15	29	939	600	19	47								
	Daylight	Dehydrated silicate	3	Room temp.					528	343	2	14								
				0°C					798	595	8	18								
				−20°C					1,351	964	14	40								
		None	4	Room temp.	566	304	9	25	1,146	872	8	30								
				0°C	604	320	13	29	1,436	934	13	34								
				−20°C	734	436	15	31	901	701	10	26								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.					562	412	3	13	236	99	5	16	920	594	10	41
				0°C					1,011	690	20	44	218	95	10	20	1,038	661	22	50
				−20°C					912	633	10	23	246	124	9	18	1,113	706	20	49
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.	587	353	5	21	466	315	4	25	222	82	5	15	1,286	1,066	12	39
				0°C	620	323	14	31	848	647	9	24	217	105	10	16	1,089	696	17	38
				−20°C	850	532	17	36	994	749	12	27	248	124	9	19	1,038	641	20	47
		Dehydrated silicate	7	Room temp.					595	421	1	18	179	60	2	15	1,002	798	4	35
				0°C					723	544	9	24	179	83	10	21	979	681	17	38
				−20°C					735	550	13	32	250	128	11	21	999	713	19	45
		None	8	Room temp.	605	417	3	24	650	583	2	20	186	70	3	16	1,219	969	8	41
				0°C	840	526	15	30	979	776	15	35	229	112	11	20	932	629	20	45
				−20°C	664	361	16	29	826	634	11	30	249	131	9	20	1,090	725	16	36
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					521	392	3	19								
				0°C					686	518	10	35								
				−20°C					776	605	11	29								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.	396	201	2	15	528	527	2	17								
				0°C	753	452	13	30	765	618	11	35								
				−20°C	808	500	14	30	1,117	764	10	33								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					574	519	2	28								
				0°C					808	683	11	37								
				−20°C					783	615	12	36								

Table 7. Contents of pigments in dried laver stored for 12 months.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A (mg%)				B (mg%)				C (mg%)				D (mg%)			
					P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.	P. E.	P. C.	Carot.	Chloro.
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.					526	374	11	30								
				0°C					794	695	9	24								
				−20°C					859	921	11	28								
		None	2	Room temp.	716	423	9	26	426	518	9	24								
				0°C	968	800	12	35	1,001	692	12	31								
				−20°C	390	364	14	30	949	711	16	35								
	Daylight	Dehydrated silicate	3	Room temp.					530	554	2	19								
				0°C					1,258	1,078	12	34								
				−20°C					782	629	10	25								
		None	4	Room temp.	447	288	10	25	876	711	6	25								
				0°C	1,218	488	13	28	1,187	993	10	32								
				−20°C	580	429	17	35	1,308	1,127	11	30								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.					578	482	2	19	200	92	4	16	825	613	12	41
				0°C					954	846	11	29	357	134	10	20	887	616	18	42
				−20°C					728	633	9	24	159	147	10	19	1,125	878	17	38
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.	435	328	7	24	276	439	3	22	171	125	3	16	749	593	9	36
				0°C	813	580	13	25	1,018	898	10	27	228	174	9	20	1,106	869	20	48
				−20°C	763	554	15	30	882	688	19	44	397	174	11	23	1,096	878	20	45
		Dehydrated silicate	7	Room temp.					561	616	1	18	207	85	2	19	966	882	8	31
				0°C					892	823	9	22	245	129	9	19	899	993	19	43
				−20°C					792	695	13	34	197	236	10	21	1,099	865	22	51
		None	8	Room temp.	633	465	2	25	606	724	3	28	414	66	2	18	1,120	1,059	7	43
				0°C	668	521	11	26	633	452	16	38	197	102	8	17	930	770	15	38
				−20°C	830	636	14	20	913	764	8	22	249	75	10	21	977	800	21	51
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					352	259	1	17								
				0°C					721	649	8	29								
				−20°C					937	833	9	26								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.	228	164	2	12	262	210	2	16								
				0°C	744	528	12	24	968	774	10	16								
				−20°C	597	370	13	27	671	400	11	31								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					533	652	1	25								
				0°C					740	616	25	33								
				−20°C					1,054	819	12	34								

えられる。しかし，貯蔵後4カ月目になると室温貯蔵と 0°C 貯蔵の間ではフィコエリスリンおよびカロチノイドは5% の危険率で有意の差があり，フィコシアンでは1% の危険率で有意の差があり，いずれも 0°C 貯蔵のほうが色素含量が大であり，色素の変化が少ない。しかし，クロロフィールでは差が認められなかつた。また，0°C 貯蔵と −20°C 貯蔵の間では各色素ともに差が認められなかつた。貯蔵後6カ月目以降においては室温貯蔵と 0°C 貯蔵との間には各色素とも1% の危険率で有意の差が認められ，0°C 貯蔵が大であり，色変が少ない。0°C 貯蔵と −20°C 貯蔵の間では，貯蔵後6カ月目以降も各色素ともまつたく差が認められなかつた。

結局，これらのことから，室温に貯蔵するよりは低温に貯蔵したほうが色素の変化が少ないということができる。

次に，同一貯蔵温度における貯蔵後2カ月目の試料（貯蔵初期）と 12 カ月目の試料（貯蔵終期）の間の色素の変化を調べた。すなわち，同一貯蔵温度の色素を全処理を通じて貯蔵後2カ月目の試料と 12 カ月目の間の色素含量の差の検定を行なうと，室温貯蔵では2カ月目と12カ月目の間には各色素とも 1% の危険率で有意の差があり，2カ月目のほうが大であり，色素は貯蔵することにより変化を受けて少なくなるが，0°C 貯蔵では各色素とも2カ月目と 12 カ月目の間に差がなく，色素は貯蔵初期より終期まで，変化を受けなかつたと考えられる。−20°C 貯蔵においてはフィコエリスリンは 5% の危険率で有意の差があり，2カ月目のほうが大であるが，他の色素には差が認められなかつた。すなわち，フィコエリスリンは −20°C 貯蔵において終期には減少するが，他の色素は変化を受けない。このようなことは 0°C 貯蔵においては認められずに，より低温の −20°C 貯蔵で認められたということは意外であつたが，その理由については，個体差の影響によるのか，あるいは色素定量法の不備によるのか，あるいは事実 −20°C のごとく水分の凍結した状態では，0°C 貯蔵のごとく，水分が凍結するか，しないかの臨界点にあるものより色素の変化が大きいのか，いずれによるものか，今後の吟味を待たなければならない。

II　色素の変化に対する処理法の影響

各処理を施したものと，その対照となるものの間の色素含量の差を各貯蔵温度を通じてB試料について比較した。すなわち，遮光の影響については，試料番号 1, 2, 7 と 3, 4, 11 との，真空の影響については 1, 2, 3 と 7, 8, 11 の，炭酸ガス封入の影響については 5, 6, 9 と 7, 8, 11 との，炭酸ガス封入と真空の比較については 1, 2, 3, 4 と 5, 6, 9, 10 との間の差を検定した。その結果，各処理法を通じて貯蔵後2カ月目の試料には差がまつたく認められず，処理法の違いにより色素の変化はないと考えられるが，貯蔵後12カ月目になるとフィコエリスリンは遮光と非遮光の間に 5% の危険率で有意の差があり，非遮光が大となり，予想に反してフィコエリスリンは遮光すると，かえつて減少するという結果になつた。これについては前述のこととまつたく同じ理由で，今後の吟味を待たなければならない。その他の色素については差が認められなかつた。以上のことよりわれわれが行つた処理法は色素の変化の防止法としてはあまり意味がないようである。

III　五感検査による評価

五感検査の評価点より，各種の条件をB試料について検討してみると，室温貯蔵は Table 10 のごとく，評価点が低温貯蔵より明らかに低く，商品価値をもつていないものもまた多い。次に 0°C 貯蔵と −20°C 貯蔵の間の差を全貯蔵期間を通じて検討してみると，1% の危険率で有意の差が認められ，−20°C 貯蔵が大であり，−20°C 貯蔵のほうが 0°C 貯蔵のものより明らかに商品価値が高い。さきに述べたように，色素含量では 0°C 貯蔵のものと −20°C 貯蔵のものとの間には差が認められなかつたが，五感検査による綜合判定では両者の間に明らかに差が認められた。

また，各処理法により比較してみると，遮光の影響については試料番号 2, 8 と 4, 11 との，真空の影響については 2, 4 と 8, 11 との，炭酸ガス封入の影響については 6, 9 と 8, 11 との，真空と炭酸ガス封入の比較には 2, 4 と 6, 11 との間の差を検定した結果によると，遮光と非遮光の間には差が認められず，真空と非真空では1% の危険率で有意の差が認められ，真空が大である。炭酸ガス封入と封入しないもので

Table 8. Chemical analysis of dried laver stored under various conditions.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	Components (%)	A			B		
						2 months	6 months	8 months	2 months	6 months	8 months
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	No desiccant used	2	Room temp.	Moisture	13.27	10.57	14.07	12.90	10.23	15.50
					Crude ash	11.13	11.04	10.91	13.50	13.32	13.41
					Crude protein	43.36	34.50	37.46	40.81	36.83	38.09
				−20°C	Moisture	14.30	11.27	13.11	14.68	12.70	15.26
					Crude ash	13.21	13.47	13.35	13.64	13.37	13.48
					Crude protein	41.24	37.26	38.51	43.08	34.66	37.50
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	No desiccant used	6	Room temp.	Moisture	13.27	10.57	13.98	13.81	12.03	14.24
					Crude ash	9.41	10.03	9.61	14.02	13.76	13.82
					Crude protein	40.31	36.07	36.00	42.74	36.66	37.53
				−20°C	Moisture	13.70	11.27	12.66	14.54	12.25	15.08
					Crude ash	9.77	10.04	10.21	14.13	13.47	13.11
					Crude protein	40.95	35.75	37.73	44.22	36.18	37.92
		No desiccant used	8	Room temp.	Moisture	13.17	12.19	15.94	12.93	11.12	21.97
					Crude ash	9.70	10.15	10.42	16.21	13.01	11.41
					Crude protein	41.16	34.45	36.33	41.36	35.83	37.56
				−20°C	Moisture	14.49	11.66	13.28	13.82	10.23	16.48
					Crude ash	9.75	11.26	10.57	14.28	14.12	14.02
					Crude protein	40.89	36.05	36.16	42.79	37.91	38.54
	Daylight	Desiccant	11	Room temp.	Moisture				13.50	12.02	18.06
					Crude ash				14.15	13.34	13.83
					Crude protein				42.27	34.37	36.27
				−20°C	Moisture				14.84	12.12	16.28
					Crude ash				17.45	16.13	16.53
					Crude protein				41.94	34.41	35.49

は1% の危険率で封入したものが大である。結局，各処理を施すことは遮光を除いて有効な手段であると思われる。また真空と炭酸ガス封入では5% の危険率で有意の差があり，真空が大で，真空処理が各処理中もつとも有効であつた。

色素の変化防止には各処理法はあまり効果がないと思われたが，綜合的には商品価値の低下防止には有効な手段と認めることができる。

IV "火入れ" 試料との比較

"火入れ" したものの色素含量は Table 2 に示すごとく，C 試料と D 試料の間には明らかな差が認められ，各色素とも "火入れ" することにより顕著な色素の減少を示す。A 試料と B 試料の間にはフィコエリスリンは 5% の危険率で有意の差があり，B 試料が大であり，フィコシアンも 1% の危険率で B 試料が大であるが，カロチノイドは 1% の危険率で A 試料が大であつた。またクロロフィールには差が認められなかつた。C 試料は "火入れ" により焙焼したもののごとく，緑青色を呈しており，そのために各色素は変化を受けて含量が減じたと考えられる。これに反して，A 試料は未だ黒紫色を保つているが，フィコエリスリンおよびフィコシアンは減少している。カロチノイドは "火入れ" を施さない B 試料よりも多かつた。こ

Table 9. Milligrampercentages of free alanine, glutamic acid and aspartic acid in dried laver stored under various conditions.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	Amino acid	A		B	
						2 months	8 months	2 months	8 months
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	No desiccant used	2	Room temp.	Alanine	1,316	1,308	997	1,007
					Glutamic a.	851	681	434	490
					Aspartic a.	294	285	177	232
				−20°C	Alanine	1,330	1,404	959	850
					Glutamic a.	805	615	628	847
					Aspartic a.	161	155	166	165
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	No desiccant used	6	Room temp.	Alanine	1,599	1,436	924	802
					Glutamic a.	726	593	530	499
					Aspartic a.	149	145	229	223
				−20°C	Alanine	1,592	1,489	960	848
					Glutamic a.	721	656	669	598
					Aspartic a.	160	155	180	203
		No desiccant used	8	Room temp.	Alanine	1,625	1,206	1,084	
					Glutamic a.	608	483	962	
					Aspartic a.	157	126	186	
				−20°C	Alanine	1,307	1,291	1,027	1,006
					Glutamic a.	734	637	884	588
					Aspartic a.	152	142	275	239
	Daylight	Desiccant	11	Room temp.	Alanine			933	781
					Glutamic a.			788	508
					Aspartic a.			182	164
				−20°C	Alanine			843	865
					Glutamic a.			737	595
					Aspartic a.			193	143

れは今後の吟味を要する点である。クロロフィールは両者に差がなかつた。

次に，貯蔵後2カ月目と 12 カ月目のA試料を各貯蔵温度ごとに比較してみると，室温貯蔵ではフィコエリスリン，カロチノイドおよびクロロフィールが5% の危険率で有意の差があり，貯蔵初期の貯蔵後2カ月目の試料が大であつた。フィコエリスリンには差が認められなかつた。0°C 貯蔵のものではフィコエリスリン，フィコシアンには差が認められなかつたが，カロチノイドとクロロフィールは5% の危険率で2カ月目が大であつた。−20°C 貯蔵ではフィコエリスリン，カロチノイドおよびクロロフィールが 5% の危険率でフィコシアンは 1% の危険率で2カ月目が大であつた。すなわち，“火入れ”したものの色素は各貯蔵温度とも，貯蔵後2カ月目には減少を示している。“火入れ”したものは貯蔵性が高いはずであるが，色素に関しては室温貯蔵の場合も，低温貯蔵の場合も含量が減少して，その効果は高いとはいえない。ただし，室温貯蔵の場合は“火入れ”しないものよりは減少度が少なく，有効であると思われる。

V　一般成分および呈味アミノ酸について

一般成分および呈味アミノ酸（アラニン，グルタミン酸およびアスパラギン酸）について貯蔵温度により

Table 10. Organoleptic test of dried laver stored under various conditions.

Storing method			Sample No.	Storage temp.	A				B				C				D			
					6 months	8 months	10 months	12 months	6 months	8 months	10 months	12 months	6 months	8 months	10 months	12 months	6 months	8 months	10 months	12 months
Vacuum sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate	1	Room temp.																
				0°C																
				−20°C																
		None	2	Room temp.						3	3	3								
				0°C						10	10	8								
				−20°C					7	10	10	10								
	Daylight	Dehydrated silicate	3	Room temp.																
				0°C																
				−20°C																
		None	4	Room temp.						2	2	1								
				0°C						8	8	9								
				−20°C						10	9	9								
Sealed in rubber hydrochloride bag	Darkness	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	5	Room temp.																
				0°C																
				−20°C																
		None (Stored in CO_2)	6	Room temp.						2	7	1	8	5	7	3	5	3	5	4
				0°C						10	9	10								
				−20°C					10	5	7	9	10	10	10	8	7	10	7	10
		Dehydrated silicate	7	Room temp.																
				0°C																
				−20°C																
		None	8	Room temp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0°C	8	8	5	5	4	0	0	4	10	8	0	1	0	0	0	2
				−20°C	10	10	10	8	10	7	6	10	10	10	9	10	8	4	7	9
	Daylight	Dehydrated silicate (Stored in CO_2)	9	Room temp.					0	0	0	0								
				0°C					5	10	7	4								
				−20°C					7	10	9	8								
		None (Stored in CO_2)	10	Room temp.					0	0	0	0								
				0°C					5	5	7	5								
				−20°C					7	7	6	7								
		Dehydrated silicate	11	Room temp.					0	0	0	0								
				0°C					7	4	0	0								
				−20°C					8	5	8	8								

Scale used in this scoring test ranges from 0 to 10. (0: poor, 10: excellent)

Table 11. Milligrampercentages of pigments in dried laver stored at room temperature after storage in a refrigerator and its organoleptic test.

Date of analysis	Pigments and organoleptic test	Storage temp.	Date of taking out laver from a refrigerator			
			Aug. 20, 1960	Oct. 20, 1960	Dec. 20, 1960	Feb. 20, 1961
Oct. 23, 1960	P. E.	0°C	692			
		−20°C	772			
	P. C.	0°C	512			
		−20°C	586			
	Carot.	0°C	4			
		−20°C	5			
	Chloro.	0°C	20			
		−20°C	19			
	Organoleptic	0°C	0			
		−20°C	0			
Dec. 24, 1960	P. E.	0°C	947	860		
		−20°C	702	937		
	P. C.	0°C	721	770		
		−20°C	517	760		
	Carot.	0°C	6	6		
		−20°C	12	10		
	Chloro.	0°C	23	17		
		−20°C	30	24		
	Organoleptic	0°C	0	2		
		−20°C	3	8		
Feb. 23, 1961	P. E.	0°C	560	821	835	
		−20°C	564	854	847	
	P. C.	0°C	454	670	657	
		−20°C	441	702	686	
	Carot.	0°C	6	5	8	
		−20°C	8	5	9	
	Chloro.	0°C	29	21	25	
		−20°C	30	9	25	
	Organoleptic	0°C	2	2	2	
		−20°C	2	4	7	
Apr. 23, 1961	P. E.	0°C	702	713	680	637
		−20°C	433	611	511	687
	P. C.	0°C	534	626	610	505
		−20°C	220	534	308	587
	Carot.	0°C	2	2	4	4
		−20°C	6	4	10	9
	Chloro.	0°C	20	19	17	20
		−20°C	29	16	24	25
	Organoleptic	0°C	0	0	0	0
		−20°C	0	2	10	8

その含量に差があるかどうかを，貯蔵後8カ月目のB試料の定量結果について検討した。その結果，室温貯蔵と −20°C 貯蔵の間には各成分とも差がみられなかつた。次に，貯蔵後2カ月目の試料と8カ月目の試料の同一貯蔵温度における差を検討すると，室温では蛋白含量のみが1% の危険率で有意の差がみられ，2カ月目が大であり，また −20°C でも同様に蛋白含量のみが 1% の危険率で差があり，2カ月目が大であつた。また“火入れ”したものと，しないものでは，灰分およびアラニン含量に1% の危険率で差が認められ灰分は“火入れ”しないものが大で，アラニンは“火入れ”したものが大であつた。

VI 放置試験

低温貯蔵したB試料を貯蔵後4カ月目以降順次冷蔵庫より出して室温に放置し，その色素の変化ならびに五感検査による変化を調べた。その結果，Table 11 に示すごとく，2カ月放置すると成分は変化して商品価値が落ちる。しかし，−20°C に貯蔵したものは五感検査では減少が少ないと思われる。

結　　論

乾海苔を普通の状態で室温貯蔵すると，色変を起こしたり，異臭を発したりして，品質が低下する。しかし，低温に貯蔵すると，色素は安定な状態を保ち，商品価値もまた落ちない。ことに，−20°C に貯蔵することは有効で，それをさらに真空包装，炭酸ガス封入などの処理を施せば一層の効果がある。したがつて，このような処理によつて，常にほとんど新鮮な乾海苔を入手することが可能になると結論される。

最後に多量の試料海苔を提供され，また試料の冷蔵保管に便宜を与えられた日本冷蔵株式会社研究所，同仙台支社苦竹工場の方々に厚く御礼申上げる。また，五感検査に援助を頂いた仙台市千葉乾海苔店および本実験の化学分析に協力された本学学生遠藤英則君に感謝の意を表する。

文　　献

1) 佐々木　劭・土屋靖彦：日本水産学会年会において報告 (1960).
2) WORKER, N. A.: *J. Sci. Food Agr.*, **8**, 442 (1957).
3) FISCHER, H. and K. BREITNER: *Ann.*, **522**, 151 (1936).
4) MORTON, R. A. and D. G. ROSEN: *Biochem. J.*, **45**, 612 (1949).
5) 松浦文雄，ほか：本誌，**20**, 941 (1955).
6) 増山元三：少数例の纏め方と実験計画の立て方，p. 40 (1951)，河出書房.

綜　述

筋肉の死後変化—I.

研究のあゆみおよび現状

右田正男*

(1961 年 9 月 20 日受理)

筋肉の死後変化のごく初期においては，主として酵素系による生化学的変化が行なわれるが，やがて細菌による分解作用が加わり，ついにはこれが主となる。この綜述でとり扱かうのは，ごく初期の死後変化であつて，それも定説のたてられている死後硬直を頂点とした前後のことである。前篇においては，獣肉を対象とした死後硬直の研究のあゆみをふりかえるとともに，近年の成果および今後の問題点と思われる筋肉蛋白の死後変性に関する研究をのべ，死後硬直なる現象の輪廓を明らかにしようと試みた。後篇においては，魚肉を対象とした研究を紹介する。

死後硬直に関する研究のあゆみ

死後ある時期に筋肉組織がかたくなること (RM) は，屍に現われるもつとも目立つた現象である。その原因については，同時に LA が生成されて筋肉が微酸性になる事実が注目され，RM の現象を LA の生成に関連させた説がいろいろと出された[1]。たとえば筋肉蛋白の酸凝固説，酸膨潤説，また生成された LA が体液中の重炭酸塩にはたらき多量の CO_2 を発生し，筋鞘の内圧を増すためという説などである。このほか原因を LA の生成以外に求めて，Gn の分解によつて体液中の溶存分子数がまし，滲透圧の増加を来たすためとした説もあつた。このうち，主流として 19 世紀の終りから 20 世紀までつづいたのは，酸凝固説 (SCHIPILOFF, 1882) であつた。一方，Claude BERNARD[2] (1877) のように，Gn に乏しい筋肉を用いて，RM のおこるために LA の生成は必らずしも必要でないことを，実験的に証明した人もあつたが，大勢を制するまでにはいかなかつた。しかしその後，内分泌腺についての研究がみのり，いろいろの機能をもつたホルモンが分離されたことは，この問題の解決に大きな役割を果した。すなわち BEST, HOET, MARK[3] (1926) は，インシュリン処理によつて筋肉 Gn を完全に消費しつくした動物や，甲状腺をたべさせて Gn の分解消費を促進させた動物においては，いずれも死後筋肉が酸性とならない。しかも硬直のおこることを示した。そしてこれを alkaline rigor とよび，これを説明するために，硬直にも LA の生成にも関係のある“第 3 の変化”なるものを考え，これに相当するものとして，Gn または CP の筋肉からの消失を想像していた。CP を考えたのは，ちようどそのころ，筋肉の生化学の焦点が，一昔前の糖からりん化合物にうつつてきた影響である。RONZONI[4] (1931) は，筋肉をヨード醋酸ソーダで中毒させると，グリコリシスが止まり，LA を生ずることなく筋肉は収縮する。そして速やかに死んでそのまま硬直に入ることを示し，LA の生成を伴なわない RM に新らしい例を加えた。

RM に関するこのころの研究をみて気付くことは，RM は筋肉の収縮に関係があるという考えの下に，研究がすすめられてきたことである。この仮定は，後年 BATE-SMITH と BENDALL[5] (1949) の研究によつ

* 東海区水産研究所 (Tokai Reg. Fish. Res. Lab.).

本文においては次の略語を用いる。

A: アクチン，AM: アクトミオシン，ATP: アデノシン三りん酸，ATP-ase: アデノシントリホスファターゼ，CP: クレアチンりん酸，CP-ase: クレアチンホスフォキナーゼ，Gn: グリコーゲン，Ip: 等電点，LA: 乳酸，M: ミオシン，RM: 死後硬直。

て当をえたものではなく，筋肉の収縮はRMにとつて本質的なものでないことがわかつた。それにもかかわらず，結果的にみると当時のこの考え方は，RMの研究の進歩に役立つたといえる。それはあとでわかるように，RMが生筋の収縮の場合と似たような条件の下におこるという事実のためである。

さて，“RMは無気的条件の下に行なわれる筋肉の収縮である”という考えに従えば，Gnの分解がRMに対してもつ意義は，当然，筋肉の収縮に必要なエネルギーを供給するにあるといえる。ところが前述のようにGnが消費しつくされた筋肉にも，事実RMがおこる。これはなぜであろうか。この疑問は，筋肉の収縮はこのエネルギー源によらなくても，CPの分解によつても行なわれるというLUNDSGAARD[6] (1930)の発見によつて説明できそうである。CPの分解が生化学者の注目の的となつて数年後，LOHMANN[7] (1934)によつて，CPの分解と関連してATPが生成されるLOHMANN反応が発見され，1938年NEEDHAM[8]は，ATPこそ収縮作用において，筋肉に直接エネルギーを与えるものであるという考えに到達した。ATPに関するこの説を確固不動のものとし，現代の筋肉生理学への途をきずいたものは，ENGEL'HARDTとLJUBIMOVA[9,10] (1939, 1941)およびSTRAUB[11] (1942), SZENT-GYÖRGYI[12] (1945)によつて相ついでなされた画期的な業績であつた。

ENGEL'HARDTとLJUBIMOVAは，(i) 筋肉の構造蛋白であるミオシン*はATP-ase活性をもつていること，(ii) ミオシン*糸はATPの存在の下では伸びやすくなることを明らかにし，STRAUBは筋肉蛋白の主要成分としてAの分離に成功し，SZENT-GYÖRGYIは，AとMとが結合してできるAMは，ATPの存在の下で収縮することを発見した（ただしこの場合，センイは各方向に同じように縮むが，筋肉の収縮の場合は容積の変化はない）。ついでERDÖS[13] (1943)は，筋肉中でATPはAMの物理的状態になにか影響をおよぼすだろうか，ことに筋がゆるんだ状態にあるのは，ATPの存在するためかどうかを知る目的で，筋肉の死後変化をしらべ，ATPの消失が硬直のはじまりに深い関係のあることを，普通のRM経過中のウサギ，およびヨード醋酸，カフェイン，電気刺戟によつて硬直させたカエルについて証明した。BATE-SMITHとBENDALL[14] (1947)は，これを確認し，さらに生理状態のちがう動物の筋肉についても，硬直のはじまりは一般にATPの消失と関係のあること，普通筋肉のpHが6.3に下つたころ硬直がおこるが，このpHはMのATP-aseのはたらきが活発になり出すpHと一致していることを明らかにした。その後，こまかい点で多少ちがうところはあるが，他の動物についても，本質的には同様な結果がえられた。

クジラ (MARSH[15] 1952)，ウマ (LAWRIE[16] 1953)，ウシ (MARSH[17] 1954)，ニワトリ，シチメンチョウ (DE FREMERY, POOL[18] 1959)，サカナ（藤巻・古城[20] 1953，斎藤・日高[19] 1955，野口[21] 1957)。

このように広く相関関係がみられるから，RMのはじまりを決定する条件を云々するときは，筋肉中のATP量を左右するような変化をまず考えればいいというところまできた。これはたしかに生化学的研究の成功といえる。ところが筋肉生理学者は“筋肉が収縮したり，硬直したりするときは，AとMと結合してAMの形において行なわれる”という生化学者の説の確証を，X線分析や電子顕微鏡図などから求めようとして，かえつて，否定的な結論しかえられず，困惑しているのが実状であるといわれる[22]。なお，蛋白化学者の間にも，in vitroでAとMとが結合してAMなるcomplexを作るという広く認められている考えを否定するような実験的結果をえている人もある (TSAO[23] 1953, 螢光の偏り；BLUM, MORALES[24] 1953, 光の散乱についての実験)。この問題はきわめて重要であつて，BAILEY[25]は，M系蛋白の本質は，この互いに矛盾する事実を克服し，包容できたときはじめて明らかにされるだろうといつているほどである。しかし今回の綜述の目的からはずれるので割愛する。

死後硬直と筋センイの伸び (extensibility)

RMは死後筋肉のかたくなる現象である。しかし硬度計を用いてただ硬さをはかつても，えられた結果に分子構造論的な説明を与えることはできない。ところが，筋肉は平行なセンイからできているので，その伸びの変化は解釈が容易であり，かつ連続的にその変化を記録することもできる。

---

* アクチン発見以前のミオシンで，現在のアクトミオシンに相当する。

BATE-SMITH と BENDALL[5] (1949) は，はじめ 5～8% ひき伸ばしておいたウサギの腰筋に，8 分間おもりをかけ，次の 8 分間はおもりを除く，これを筋肉が完全にこわばるまでくりかえし，そのさいおこる筋センイの伸びの変化を連続的に記録し，Fig. 1 のような結果をえた。

曲線をみると，各型とも 3 つの相からできている。

(i) 伸びが大きく，かつ一定である相（未硬直，pre-rigor, delay phase），(ii) 伸びが急にへる相（硬直のはじまり，onset of rigor, rapid phase），(iii) 伸びははじめの 1/10～1/40 となり，これが数時間つづく相（硬直最盛期，full rigor phase）。それぞれの相のつづく時間は，動物の死直前の生理状態や，肉の放置温度でことなる。また硬直の rapid phase の間にかなり筋肉の縮みがおこる場合（図の曲線が始点よりも上方にずれる）もある。しかし，この縮みがはつきり現われるのは，たとえばインシュリン処理のウサギ (Fig. 1 の V) や，肉を 37°C に放置した場合 (Fig. 1 の III) のような特殊条件の下にかぎることは注目に価する。かつこの縮みは必らずしも筋肉のこわばりと一致するものでなく，室温 (10°～25°C) における硬直の正常な条件の下ではめつたに起らず，これは高温と pH によるもので，肉を高い温度に放置した場合と疲れきつた動物の場合に一番いちじるしい (BENDALL[26] 1951, ウサギ; MARSH[17] 1954, ウシ)。したがつて RM のさいの筋肉の短縮は，RM の経過にとつて本質的なものでないといえる。なお，Fig. 1 の III の曲線にみられるように，37°C で pH が 6.45 より低いと，筋肉の短縮がその極に達してから，再び伸びることもある。

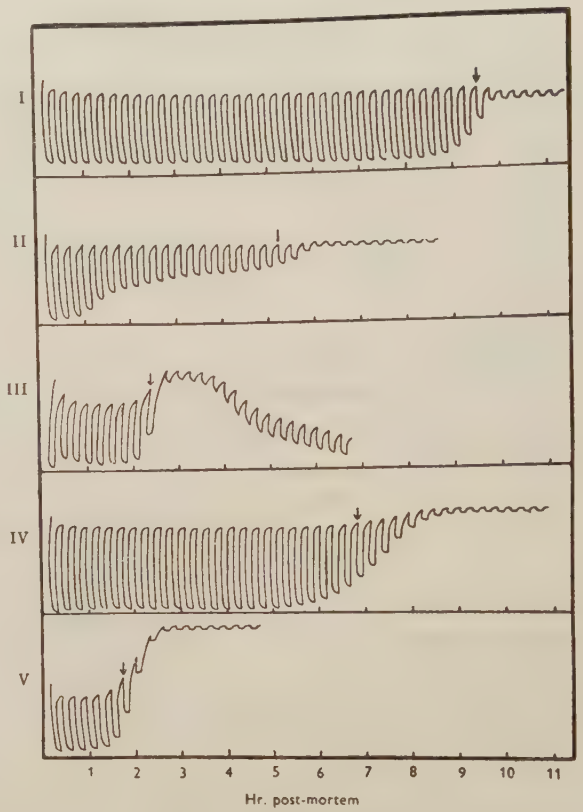


Fig. 1. 硬直曲線のいろいろの型

型	動物の処理	温度 °C	初めの pH*	終りの pH**	Gn 含量
I	Myanesin 注射	17	7.00	6.00	＋＋
II	無処理（いくぶんもがく）	17	6.50	5.90	＋
III	〃	37	6.50	5.90	＋
IV	絶食 (48～72 時間) 後 Myanesin 注射	17	7.05	6.50	±
V	インシュリン注射（ケイレン）	17	7.20	7.00	0

* RM のはじまる pH, ** RM 最盛期の pH
矢印は delay period の終りを示す (BATE-SMITH and BENDALL[5] 1949)。

ATP の消長

ATP は死後経過の間に，一方 ATP-ase によつて分解されるとともに，他方，(i) Gn が LA まで無気的に分解される途中で，また (ii) CP が分解するさいに，それぞれ 1.5 mol/1.0 mol LA，および 1.0 mol/1.0 mol CP の割合で再生される。したがつて ATP の消長は筋肉中の Gn と CP の量に支配される。また，グリコリシスの生産物である LA は，系の pH をさげ，グリコリシス関連酵素，CP-ase, ATP-ase の活性に影響を与えることによつて，ATP の消長につながりをもつている。これらの関係は，生理条件のいろいろちがつたウサギからとつた肉の死後変化を示した Fig. 2 および 3 によくあらわされている (BATE-SMITH, BENDALL[27] 1956)。

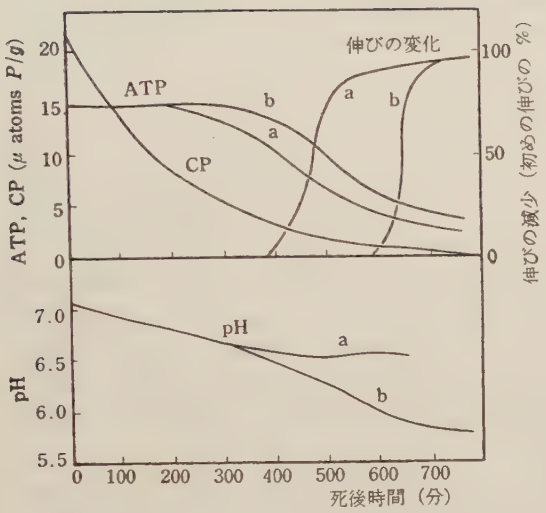


Fig. 2. 麻酔をかけて殺したウサギの腰筋のRM 中における物理的および化学的変化 (17°C)
a. 死ぬ前 48 時間絶食したウサギ (9匹)
初めの Gn=3.2 ± 0.3mg/g
終りの pH=6.55 ± 0.03
b. 充分給食したウサギ (9匹)
初めの Gn=7.9 ± 0.3mg/g
終りの pH=5.75 ± 0.03
CP 曲線は a, b とも同じ。
(BATE-SMITH and BENDALL 1956[27])

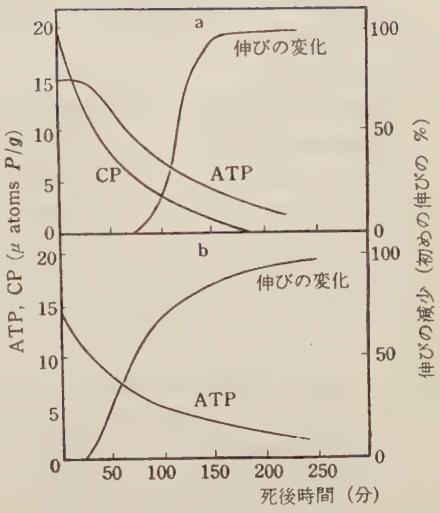


Fig. 3. 麻酔をかけないで殺したウサギの腰筋の RM 中における物理的および化学的変化 (17°C)
a. インシュリン注射ウサギ
初めの Gn=0, pH=7.20(全期間通じ)
b. 充分給食したウサギ (3匹)
(気絶させた後頭をおとす)
初めの CP=0, 初めの Gn=2.5~3.4 mg/g
初めの pH=6.38~6.46, 終りの pH=5.9~5.98
(BATE-SMITH and BENDALL 1956[27])

安静に死んだもの (Fig. 2) は，苦悶して死んだもの (Fig. 3) にくらべて，RM のはじまりが断然おそい。それにもかかわらず，苦悶死区のなかでももつともものがきあばれて死んだと思われるインシュリン注射のもの (Fig. 3-a) のほうが，気絶後頭を落されたもの (Fig. 3-b) よりも，RM のはじまりがおそい。そして前者では Gn=0 であるが CP の含量は高く，後者では Gn は中等度であるが，CP=0 であることは注目に値する。CP が RM のはじまるまでの時間を左右するきわめて重要な因子であることが推察されるからである。ただ Fig. 3-b のような殺し方の場合，はたしていつも CP=0 であるか否かの疑問がある。家畜の屠殺に普通用いられる打額放血 (Stunning and bleeding) は，Fig. 3-b の方法に近い。しかし，屠殺されたウシ (MARSH[17]) やウマ (LAWRIE[16]) の肉に，CP の含まれていることは，たしかである。ただその量は LAWRIE によると，筋肉の種類によつて大きなひらきがあつて (背部の最長筋 0.39 ± 0.05, 腰筋 0.15 ± 0.01, 横隔膜 0.04 ± 0.03, P mg/g)，ウマでは横隔膜にきわめて少なく，μ atoms 単位では 1.3 ± 1.0 となり，ウサギの腰筋の場合に近い。そこで CP の量は，殺し方によつてちがうばかりでなく，動物の種類や筋肉の種類によつて大きなちがいのあることがわかる。

Fig. 2, 3 はまた，ATP の分解と再生がつりあい，ATP が当初の高い水準を保つているのは，CP の量がある程度残つている間のことであつて，それ以下になると分解のほうがかつこと，そしてこれは，そのときなお Gn がいくら残つていても同じであることを示している。CP のこの限界の量ははじめの水準の約 30% といわれる (BENDALL[26] 1951, ウサギ; LAWRIE[16] 1953, ウマ)。CP がはじめからない場合 (Fig. 3-b) は，ATP の分解は死直後からはじまる。しかし CP だけでもいけないことは，Gn のまつたくないインシュリン-ウサギ (Fig. 3-a) の例をみればわかる。すなわち ATP の水準を高いところに長く保たせるに

は，CP だけでも，Gn だけでもいけない。両方の組み合わさつたものが必要である。BATE-SMITH ら[27] はそのもつとも効率のいい組み合わせは，ちようど必要なだけの Gn のたくわえが CP の消失するまでつづいている場合であるといつている。

ATP の減少と伸びの減少の関係

伸びの減少消失は，RM に入つた筋肉の物理的特徴であり，ATP の減少消失は化学的特徴である。そして前述のように両者の間には事実関係があるようにみえる。しかし，その関係は次のように決して簡単なものではない。(i) ATP の水準がかなり落ちないと，伸びはへらない。(ii) 硬直のはじまるときの ATP の水準は Gn の量によつて異なる。(iii) 硬直のはじまる段階では，ATP の水準が少しちがつても，伸びに非常に大きな変化がおこる。これについて BATE-SMITH と BENDALL[27] は，ATP の再生となにか関係があるのではないかと考え，ATP level の代わりに，ATP の turnover（再生した量と実際分解した量の和，総変化量）を考え，ウサギとウマについてこれを推算し，その時間的変化をしらべたところ，turnover の速さが最後に減少する点が，RM のはじまるときとよく一致するのをみた。そこでもしこれが一般にあてはまるなら，硬直のはじまりはただ ATP のある特別な level できまるものでなく，ATP の level が低くなり，かつ ATP の再生ができなくなることに関係があるのだろうといつている。

一方，HAMM[28] (1958) は次のように考えている。delay phase の存在するのは，ATP が再生されるためでなく，ATP-ase の作用を妨げる MARSH factor[29),30)] の存在するためである。ところが，死後の経過とともに，肉のなかに Ca^{++} がたえずふえてくる[31),32)]。この Ca イオンのために，MARSH 因子は不活性化され，M の ATP-ase 作用が強まりはじめる。これが rapid phase である。そして ATP 量がある限界以下になると，RM に入るというのである。しかし，両者の説は決して対立するものではない。BATE-SMITH と BENDALL は問題を ATP の再生という面から考え，HAMM は ATP の分解という面からみたにすぎない。実際の現象はこの 2 つの因子の組み合わさつたものというべきである。

RM をおくらせる方法

RM のはじまりを人為的に左右することは，生化学的興味ばかりでなく，実用的な意味もある。たとえば RM 前の肉を凍結すると，とかしたさい，しばしば急にはげしい硬直 (thaw rigor) をおこし，肉の組織を乱し，多量の drip を出す[33),34)]。したがつて多量の肉を凍結しなければならないときは，作業の上からいつて，RM の経過のはやいことが望ましい。また反対に死後の経過がはやくて，肉の変質を来たしやすい魚肉の場合には，RM をおくらすことが望ましい。

RM は ATP の消失によつておこるが，実際の過程は，ATP の分解と再生など相反する一連の反応のつりあいの上に立つている。したがつて，RM をおくせるために，ただ ATP の分解防止だけをねらつても，効果のうすいことは次にあげる諸例に明らかである。

(i) 温度　温度を下げることによつて RM をおくらすことができる。しかし温度はただ低くければいいというものではない。たとえば DE FREMERY と POOL[18] はトリ肉について，10°C における ATP の消失速度は 0°C におけるよりも小さく，20°C, 30°C では 10°C と大差ないが，40°C になるとまた消失がはやくなることを見ている。なお，凍結中も ATP の減少はやまず，しかもとかしたときに反応が急激に進行すること（たとえば thaw rigor）はよく知られているところである。

(ii) 動物の生理条件　ATP の再生という点からみると，CP と Gn のはじめの含量および死後の消失速度の調節が重要であり，それには動物の生理条件の管理が必要である。RM をおくらすためには，well-fed, well-rested, quiet death が理想的であり，空腹と疲労と死にぎわの苦悶はもつともわるい (BATE-SMITH, BENDALL[27])。

(iii) Mg イオン　Mg^{++} は ATP-ase の活性をおさえるとともに，ATP-ase の作用を妨げる Marsh 因子の作用を促がす効果がある。HOWARD と LAWRIE[35] (1956) は，Mg 塩を生前ウシに注射すると死後変化がおそくなり，Mg と反対の効果をもつ Ca^{++} を注射すると，はやくなることをみた。

(iv) ATP　酵素反応には，基質の量にある適量があり，これ以上の基質が存在すると，分解作用がお

さえられる。BOZLER[36] はウサギ肉，HAMM[37] はウシ肉に，ATP を至適濃度以上 (3×10^{-2} モル) になるように加えると，ATP-ase の作用が妨げられるのを見ている。ただし ATP は高価であるため，この方法は実用的ではない。

(v) SH 試薬　ATP-ase は SH 酵素である (SINGER, BARRON[38] 1944, KUSCHINSKY, TURBA[39] 1950)。したがつて，SH 基と反応する試薬によつて阻害される。また ATP-ase を阻害する salyrgan やベンザルデヒドは筋肉の relaxation をおこすことが知られた (KUSCHINSKY, TURBA[39], PORTZEHL[40] 1952)。そこで BAILEY と MARSH[41] (1952) は，SH 試薬を用いて，RM をおくらせようと試みた。しかし，(i) SH 試薬は完全に ATP-ase 活性をおさえることができないのと，(ii) グリコリシス関連酵素系もまた SH 酵素であるため，グリコリシスも，したがつて，また ATP の再生も阻まれるためであろう，さしひきの効果は RM をおくらすどころか，はやめてしまつた。

LA 生成の影響

LA の生成による系の pH の低下は，グリコリシスの酵素系，CP-ase, ATP-ase の活性に影響することによつて，ATP の消長に，したがつてまた RM の経過に大きな影響をおよぼす。ゆえに LA の生成は，昔考えられていたように RM の直接の原因ではないが，RM の経過を支配する重要な因子といえる。BATE-SMITH[42] が 1948 年の綜述において，なお，RM における LA の重要性を強調し，死後の変化は，時間の scale で示すよりも，pH の scale で示したほうが，はるかに便利であるといつた所以である。ごく静かに死に，死後もかなりの時間酸素の供給が絶えず，代謝が好気的に行なわれていたウサギの筋肉の死後変化[42),43)] を pH の scale で示すと，Table 1 のようになる。

Table 1. 正常な筋肉の死後変化と pH の関係

	pH	
死直後	7.4 (7.6)	LA 皆無，または最小限 重炭酸塩からの CO_2 の放出のためなどで，みかけの pH は高くなる。
	6.5	ATP-ase 働らきだす。CP は初めの 30% 以下。
筋肉の真の死	6.4	筋肉は刺戟で縮まなくなる。膜は透過性となる。電気抵抗減る。グリコリシスの速度増す。
"Initial pH"	6.3	RM はじまる。ATP ははじめの約 80% 以下になる。
"Ultimate pH"	5.6	RM の最盛期。グリコリシス弱まる。
	5.4	グリコリシス (Hexokinase 作用) 阻止される。Gn ははじめの 20%。

電気抵抗は死直後，筋肉のセンイの方向で 1250～1400 Ω，直角の方向で 1700～2000 Ω，RM に入ると 220～400 Ω におち，かつ方向による差がちぢまる (BANIFIELD[43] 1935)。この電気抵抗の減少の大部分は，そのときの pH の低いことに関係があり，筋肉のこわばつたこと，したがつてまた ATP の消失と関係はない。このことは，インシュリン処理ウサギ (ROWAN[44] 1940)，またはヨード酢酸中毒ウサギ (BOZLER, COLE[45] 1935) では，硬直中も高 pH に保たれており，電気抵抗の減少がおこらぬことから察せられる。

なお，ultimate pH の高低は，RM のとけた後の肉の性質にも決定的な影響を与える (後述)。

RM のとけ

RM 後筋肉は再び軟らかになる。RM は筋肉の収縮とおなじような条件の下におきた。しかし RM のとけるのは，収縮した筋肉がゆるむのと同じしくみの下におこるとは思えない。なぜならば，収縮した筋肉がゆるむときは，Mg^{++} と ATP と relaxing factor (たとえば MARSH factor) の存在の下に行なわれるが，RM 後の筋肉には，ATP をかくほか，relaxing factor を妨げる Ca^{++} の濃度がふえているから[31),32)] である。このことは同時に，RM のとけるのは，RM の逆行ではないということを示すものである。

MARSH[17] はウシ肉を窒素中 7°C に 7 日間放置したが，弾性係数に変化がみられなかつた。また BATE-

SMITH と BENDALL[27] は，RM の最盛期にあるウサギの腰筋を 3.5°C で5日間，おもりを8分間ごとにかけたりはずしたりして伸びの変化を記録したが，伸びははじめの日の 100 から 130 になつたにすぎなかつた。もし完全にこわばりがとけているなら，2000 くらいになるはずである。そこで RM 後肉は再び軟らかくなるが，こわばりがとけた，すなわち伸びる性質をとり戻したという証拠はなにもないといつている。硬直のとけることが，RM の逆行でないことの一つの面を示すものといえよう。

筋センイの死後変化は，組織学的にも多くの人々によつてしらべられている[22*]。それによると，死直後の筋センイはす直ぐか，またはわずかに波うつているにすぎないが，RM のはじまつたものは，収縮した塊の部分と，ひきのばされた部分とが交互にあり，ちようど洗濯板のような外観をしている。RM がとけた筋肉では，このデコボコの波が消えてまつすぐになるが，ところどころ破れたり，さけたりしている。

BATE-SMITH と BENDALL[27] は，とり出した筋肉（骨についていない筋肉）が軟かくなるのは，物理的にみると，伸びる性質をとり戻したのではなく，多分筋センイ鞘 (sarcolemma) が破れたためであろうと考えている。

RM 後の肉（食肉）の性質

動物の死ぬ前の生理状態や死に方の相異によつて，RM の経過のちがうことをみたが，RM 後の肉の性質についても同じことがいえる (National Live Stock and Meat Board 主催の共同研究[42*] 1938～1941)。たとえば充分給餌され，かつあまりもがかずに死んだウシと，屠殺前食物を与えられず，寒いところに野ざらしにされたウシの，いずれも RM 後の肉の性質をみると，前者は色も暗赤色とならず，しめつた感じで，しつかりしたきめをもち，塩の浸透性が大きく，電気抵抗は小さく，また細菌に対する抵抗力が強い。そして屠殺前の動物の状態から当然予期できるように，死直後の Gn 量は前者がはるかに多い。したがつて RM 後の pH は，前者は低く 5.8 以下，後者は 5.8 以上，多くは 6.2～6.4 である。pH のちがいは，筋肉のコロイド的性質に影響をおよぼし，pH が筋肉蛋白の Ip に近づくにつれて膨潤度はへる。したがつて pH の低い肉の塩に対する透過性が大きく電気抵抗の小さいことは，筋センイの膨潤度が小さいためイオンの通路が広くなつているためと説明される。同様に CALLOW[46] (1938) はミオグロビンの含量にかわりがないのに，pH によつて肉の色がちがうのを，色の暗いものは光が肉の色素層を通つてから反射されるが，うすいものは肉の表面近くで散乱されるためとし，その原因は，低 pH にある RM 後の肉は open structure を，比較的高い pH のものは closed structure をもつているのだろうといつている。細菌に対する抵抗力のちがいも，細菌のもつとも激増する pH が 6 の少し下から 8 の間にある事実から説明できる。

死後経過と筋肉蛋白の溶出性

RM のさいには ATP が消失する。ところが ATP が存在するか否かによつて，AM ⇄ A + M なる反応が右方にあるいは左方に進むと信じさせるような事実がいろいろある。そこで RM のさいには，AM が形成されるのではないかと考えるのは，自然であろう。まして RM と筋肉の収縮とを結びつけて考えていたころは特にそうである。そして AM 形成説に有利と思われるような実験事実もある。

RM にさいして筋肉のセンイ性蛋白の溶出量が目立つてへることは，DEUTICKE[47] 以来多くの報告がある。たとえばウサギ肉について ERDÖS[13] (1943)，BATE-SMITH と BENDALL (1947)[14]；ウシ肉について WIERBICKI その他[48] (1956)。

溶出量の急にへる原因に関し，ERDÖS[13] は，0.6 M KCl 短時間抽出ミオシンの量は RM に入るとへるが，同じ抽出を ATP の存在で行なうと，溶出量は RM に入つてからもその前も同じであることと，RM 中に抽出されたミオシンは糸にひくことができない。すなわち，A の含量が少ないことの2つから，RM 中の筋肉では A と M が結びついていると推論している。BATE-SMITH と BENDALL[14] は，LiCl や NH_4Cl のような能率のいい溶剤を用いると，RM に入る前後で溶出量のかわらないこと，またその抽出溶液中の粒子を電子顕微鏡でみると，RM 中のものも，RM 前のものも同じような性質の filament の破片からなつていることから，RM の現象には，これらの filament がよわい側鎖結合で集合する過程がふくまれているのだ

ろう，そしてこのことは，RM のさいセンイの伸びる性質の減少することにも，関係があるのだろうといつている。WIERBICKI ら[48] は溶剤として M をとかすが AM をとかさない KCl (0.22 M)-citrate buffer を用いている。したがつて溶出量の減少は筋肉内に AM の増加したことを示すものとしている。しかし藤巻[49] (1958) は，この K-citrate buffer で抽出されないものは AM+Stroma であるから，Stroma 区分の増減がわからない以上，WIERBICKI らの結果は必らずしも AM 増加の確証とはならないといつている。そこで藤巻・中島[50] (1958) は，ひき肉の短時間抽出区分 (0.6 M KCl) およびその抽出残渣を WEBER-EDSALL 液で 24 時間抽出した区分から，AM, M, A, 球状蛋白，Stroma を分離定量し，コウシおよびウサギ肉について，硬直とともに M は急激にへり，A もまた減少，AM は生成し増加することをみた。しかし，この三者の増減の間には量的の関係がなく，かつ Stroma 区分がいちじるしく増していることから，不溶性化した M は変性して Stroma 区分に入つたのであろうといつている。また死直後の肉からも相当量の AM が抽出されていることに注目している。

一方，斎藤・日高[51] (1956) によると，25°C に保存されたウサギ肉の短時間抽出 M 区蛋白の量が，死後 10 時間ほぼ一定であり，この区分中 ATP によつて超沈澱する成分 (AM と推定) は，死直後は 1/2 前後であつたが 8 時間後にはほとんど全部を占める。斎藤らの結果は溶出量に関しては他の多くの人たちの結果とことなり，また溶出成分については ERDÖS と反対の結果をえている。しかしこのような不一致は，この種の実験には珍らしくない。その主な原因は，溶出量や溶出成分の組成は実験条件にきわめて敏感であることのように思われる。たとえば組織の破砕程度，抽出剤の性質（塩の種類，pH，イオン強度），抽出時間，抽出回数，遠心分離の条件，実験中の温度管理などによつて，またそのうえ試料動物の種類や経歴によつてまつたく対立する結果のえられることも珍らしくなく，古くから幾度か論争の的となつたこともある。現に同じような不一致が，次に記すように，RM のとけた後の肉についてもみられる。

ERDÖS[13]は，死後 48 時には，ウサギ肉の短時間抽出“ミオシン”の量が，抽出のさい ATP を加えても加えなくても，死直後とほとんど同じになること，および抽出された“ミオシン”は糸にひくことができ，かつ 9% の蛋白をふくむこの糸は，K^+, Mg^{++}, ATP の存在で 66% ちぢむ，すなわち AM 性のものであることをみた。この結果から ERDÖS は，硬直がとけると A が構造からはなれると推論している。しかし WIERBICKI ら[48] は K-citrate buffer で抽出される N の量は，RM の完了した死後 24 時に最低となり，RM のとけた死後 3~5 日間にごくわずかにふえるが，ふたたび徐々にへつていくのをみて，RM のとけと AM の溶解とか解離とかを関係づける証拠はないといつている。藤巻・荒川[52] は，RM がとけた後 AM の溶出量がへつて M の溶出量がふえたという証拠はないが[50]，0.6 M KCl で短時間抽出した区分中の AM の ATP-sensitivity が，ウサギとウマでは，ほぼ RM の最盛期にあたる 4~8 日の間にもつとも高くなり，以後減少し，ウシとコウシでは死後の日数とともにへること，またこの AM を溶液から塩析させるに必要な硫安の濃度は，死後の日数とともに高いほうにずれることを，コウシとウマでみ，肉の熟成とともに，短時間抽出でえられる AM 区分中の M の含量がますことを推論している。

死後経過と筋肉の水に対する親和力

MARSH[29] が筋肉のセンイがゆを用い，死後 ATP が減少すると筋肉の水に対する親和力（水和，保水力 hydration, fluid holding capacity）の減少を伴なうが，このとき ATP を加えれば，再び水和が回復することを明らかにして以来，肉の死後変化を追う一つのものさしとして筋肉の水に対する親和力が注目されだした。

死直後の肉は高度に水和している。それはその pH が M 系蛋白の Ip よりもはるかに高いため，蛋白が負のさしひきの電荷をもつていることが主な原因の一つであることは疑いない。しかしまた ATP の存在を無視することはできない。ATP が SZENT-GYÖRGYI[53] その他の人々（たとえば MORALES et al[54]）の考えているように，M と結びついているとすれば，多価イオンであるだけに，水をひきつける力が大きく，肉の水和に寄与するところが大きいであろう。

死後経過とともに水和の減少するのは，LA 生成のため pH が下がり，さしひきの電荷の減少するのと，ATP が分解されるためと考えられる。したがつて pH がほぼ M 系蛋白の Ip 近くにあり，かつ ATP がほとんどまつたく消失している RM の最盛期に水和が最小となるのは，当然予期できるところである。

Hamm[37] は肉がゆを二枚の沪紙の間で圧さくしたとき，なお肉に残つている水分をもつて，保水力のものさしとし，死後1時間のウシ肉を対照とし，死後2日の肉，およびその肉の pH を死後1時間の肉とおなじにあわせた場合の保水力を比較して，死後2日以内のウシ肉の水和の大きい減少のおうよそ 2/3 は ATP の分解に，1/3 は pH の低下（LA の生成）に帰することができるといつている。ただし Hamm[37]は，次のような一連の実験結果から，ATP が肉の水和を増加させるのは，構造蛋白にかたく結びついている Ca の脱水作用を抑えるためであることを強調している。

（i） 死直後の肉をイオン交換しても，Ca, Zn はごく徐々にしか除かれない。すなわち Ca, Zn はほぼその全部が構造蛋白とかたく結びついている[31]。

（ii） この Ca, Zn を長時間のイオン交換処理によつて Na とおきかえていくと，Ca, Zn が除かれるにつれて，肉の水和がます。すなわち，蛋白とかたく結びついている Ca, Zn は蛋白の水和を妨げている[31]。

(iii) 肉がゆにりん酸塩，くえん酸塩，しゆう酸塩など，Ca と complex を作つたり，Ca をおとすような試薬を加えると，肉の水和がます (Grau, Hamm その他[55])。

(iv) イオン交換処理によつて Ca, Zn の一部を除いた肉がゆに，りん酸塩[31]，くえん酸塩[31]，ATP[37] を加えると，Ca, Zn を除かない肉がゆに加えた場合にみられるほどの水和の増加がおこらない。

（v） ATP は Ca に対して強い結合力をもつており，難溶の Ca 塩（りん酸-，炭酸-，しゆう酸-，Ca）を pH 7.5 においてとかす (Mandl et al[56])。

(vi) ATP の分解生物である ADP，イノシン酸，H_3PO_4 は，いずれも ATP にくらべ Ca に対する結合力がよわい[37]。

死後の経過とともに，Ca, Zn, Mg などの蛋白えの結合力はよわまり，イオン交換されてくる量がふえる。これが死後肉の pH の下がることに関係のあることは，肉の pH を死直後の値（6.5~7.0）にあわせると，イオン交換される Ca, Zn, Mg の量のへることからわかる。しかし肉を 20°，45°，65°C にに加熱した場合にも，カチオンの結合力が低くなる現象のみられることから，Hamm[31] は，死後の経過とともにカオチンの結合のよわまる原因は，ただ pH の低下のためばかりではなく，死後の経過にともなつておこる構造蛋白の変化もまた与かつているのではないかといつている。

Ca の脱水的効果について Hamm[31] は，Ca が2つのペプチド鎖の COO^- 基の間に橋渡しをし，水和の中心となるイオン基をふさぐとともに，蛋白の構造を密にするためと説明している。したがつて pH が下るにつれ，Ca の結合力のよわまるのは，カルボキル基の解離が抑えられ，Ca の結合場所が減少するためと説明される。肉蛋白の Ip (pH 5.5) では，イオン交換しても，肉の水和に影響がない。これは (i) この pH では Ca はもはや大部分蛋白についていないのと，(ii) さしひきの電荷が最小であるため，蛋白は分子間結合その他で比較的密な構造を作つているから，Ca を除いても構造がゆるむということのないためであるといつている[31]。

肉の水和を増加する ATP の効果を，蛋白とかたく結合している Ca の除去にあるとする Hamm の考えは，肉に **ATP を加えた場合**の実験結果を根拠としている。しかし肉のなかに本来ふくまれている ATP に対しても同じことがいえるだろうか。もしいえるとすれば，Hamm[31] もその可能性にちよつと言及しているが，死直後の筋肉中では，Ca の少なくとも一部は，ATP と結びついているのかも知れない。

RM がとけた後の肉の水和について Hamm[37] は，2°C に9日間保存したウシ肉の組織がゆ，およびそれに，それぞれ 50% および 100% の水を加えた系の保水力をしらべた結果，死後少なくとも 9 日間の保存中に筋肉の保水力がましたという証拠はないといつている。すなわち死直後から RM 最盛期までは，保水力と筋肉の軟らかさとはほとんど“同意義”とまでいわれるが[37]，RM のとけた後の軟化は保水力の増加と必らずしも関係のないことになる。これは RM 後肉が軟らかになつても，筋センイの弾性係数の減少がみら

れないという MARSH[47] や BATE-SMITH, BENDALL[27] の結果と似たところがあり，RM のとけが RM の逆行でないことと関係がありそうである。

一方 WIERBICKI ら[48] は，70°C に加熱した肉から圧出される汁の多少を肉の保水力の目安として，RM がとけ，肉の pH が徐々にましていくと，**加熱した肉**の保水力はぐんぐんと増していくといつている。これも肉の死後変化の一つの様相を示すものであろう。しかしそれは加熱処理をうけない肉の保水力の変化を示すといえないばかりでなく，熱凝固のしくみがほんとうにわかつていない現在，加熱後の保水力の変化が，加熱前の肉蛋白のどういう性質とつながりがあるのかについても，何も推測することもできない。なお，WIERBICKI らは肉の熟成と 40°C に加熱したときの保水力の関係をもみているが，これも熱変性した蛋白の性質の一端を示すにすぎない。WIERBICKI らは RM がとけた後肉の保水力（**加熱後の**）が増す原因としてまず pH の上昇を考えたが，これだけでは説明できない事実もある。たとえば，両者が最小値をとる点（死後の日数）が完全に一致しないし，また最小値をすぎた後の両者の増加速度がいちじるしくちがう。そこでカチオンが蛋白の性質をかえる事実と，RM 以後はイオンの拡散が自由となり，肉のなかで再分布のおこりうることに着目し，死後 3 日と 13 日のウシ肉の水抽出液および加熱後圧出される汁のなかのカチオンの移動をしらべた。その結果，肉の熟成中に，Na と Ca はたえず肉から放たれるが，それよりも多量の K が肉にとり入れられ，全体としては，肉に吸着されるカチオンがふえることを明らかにしことは，注目に値する。ところで WIERBICKI らは，吸着されたイオンの増加は蛋白の水和をます原因となりうる，かつ脱水的効果のある Ca が蛋白から離れることは，これまた蛋白の水和の増加に寄与するところがあろうといつている。しかしこの場合蛋白の水和というのは，自然のままの肉蛋白の，分子の次元における水和であつて，WIERBICKI らの測定した熱凝固させた蛋白の水和の増加も，このようにして説明されるか否かは別問題である。

吸着されるカチオンの増加と Ca の離脱は，たしかに蛋白の水和の原因となりうる。そして HAMM の圧搾法では，WIERBICKI らの加熱法よりも，はるかに自然に近い保水力をはかつている。しかし HAMM[37] は上記のように，RM 後の水和の増加に関し，むしろ否定的な結果をえている。この理由はよくわからないがカチオンの蛋白への移動の結果生ずる水和の中心の増加よりもさらに大きな逆の要因——たとえば蛋白の変性——が与つているのかも知れない。また HAMM の測定した保水力は，分子の次元の水和と，蛋白の網目構造のなかにかたく捕えられている水分の和であるということも原因の一つになるかも知れない。

今後の問題点

死後変化に関する最近 20 年の研究のあとをみると，ATP を枢軸とした生化学的研究と，筋センイの伸びに関する物理的研究のおかげで，筋肉の RM の経過について，一応定説とみられるものが確立された。特に，筋肉の収縮が RM にとつて本質的なものでないこと，および筋肉のこわばりがとけても筋肉の伸びる性質は回復しないことを明らかにした BATE-SMITH と BENDALL の研究は，特筆されねばならない。しかしなお未解決の点も少なくない。それは特に蛋白自身の変化と関係のある問題に多いように思う。たとえば RM のさい AM が形成されることは，一般に認められているが，RM におけるその意義——AM の生成は，単に死後 ATP が消失する結果の一つにすぎないのか，あるいは，筋肉がこわばりをおこす要因の一つであるのか——は，決してはつきりしているとはいい難い。また RM がとけて筋肉が軟らかくなる現象については，ほとんど未解決のままである。一応もつともそうな仮説をいろいろとたてて，そのなかから可能性のうすいものを消去していくという段階にすぎない。

これらの問題を解決する方法の一つとして，今後の研究においては，変化を現わす実体である蛋白そのものに目をむける必要があるのではないか。この意味からいつて，HAMM や WIERBICKI の筋肉の水和やカチオンの影響についての研究は興味がある。しかしただ水和とカチオンの関係だけを追つていつても，最後の解答はえられない。カチオンの移動や水和の変化を明らかにするとともに，それが蛋白分子の性状の変化とどういう関係があるかを明らかにするような研究が必要である。HAMM[31] が死後経過とともに肉蛋白から

Ca のはなれていくのを，ただ pH の低下のみに帰せず，将来の問題として蛋白自身の変性をも考えるべきであるといつたのは，ほんとうである。もちろん蛋白はそのおかれている環境に敏感である。したがつて蛋白の環境としての筋肉系の生化学的研究は，おろそかにできない。しかしそれと同時に，蛋白のような高分子物質においては，分子の形や大きさが，その性質をきめる大きな要素となつており，蛋白の変性には分子の変形を伴なうことが多い。したがつて生化学的研究の裏づけとしても，蛋白化学的研究，とくに蛋白分子の大きさや形についての知識のえられるような研究がぜひ必要である。

文　　献

文献番号に * をつけたものは，その番号の文献から引用したことを示す。

1) 柿内三郎：“生化学提要”，p. 543 (1929).
2) Bernard, C.: “Leçons sur la diabète et la glycogenèse animale”, p. 576 (1877). 42*, p. 7.
3) Best, C. H., Hoet, J. P. and Mark, H. P.: *Proc. Roy. Soc. London*, **B 100**, 32 (1926). 27*, p. 230.
4) Ronzoni, E.: *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, **28**, 712 (1931). 42*, p. 3.
5) Bate-Smith, E. C. and Bendall, J. R.: *J. Physiol.*, **110**, 47 (1949).
6) Lundsgaard, E.: *Biochem. Z.*, **217**, 161; **227**, 51 (1930). 42*, p. 3.
7) Lohmann, K.: *Biochem. Z.*, **271**, 214 (1934).
8) Needham, D. M.: *Enzymologia*, **5**, 158 (1938). 42*, p. 4.
9) Engel'hardt, V. A. and Ljubimova, M. N.: *Nature*, **144**, 668 (1939).
10) Engel'hardt, V. A., Ljubimova, M. N. and Meitina, R. A.: *Compt. rend. acad. sci. U.R.S.S.*, **30**, 644 (1941). 25*, p. 990.
11) Straub, F. B.: *Studies Inst. Med. Chem. Univ. Szeged*, **2**, 3 (1942); **3**, 23 (1943). 25*, p. 977.
12) Szent-Györgyi, A.: *Acta Physiol. Scand.*, **9**, suppl. XXV (1945). 53*, p. 31.
13) Erdös, T.: *Stud. Inst. Med. Chem. Univ. Szeged.*, **3**, 51 (1943).
14) Bate-Smith, E. C. and Bendall, J. R.: *J. Physiol.*, **106**, 177 (1947).
15) Marsh, B. B.: *Biochim. et Biophys. Acta*, **9**, 247 (1952).
16) Lawrie, R. A.: *J. Physiol.* **121**, 275 (1953).
17) Marsh, B. B.: *J. Sci. Fd. Agri.*, **5**, 70 (1954).
18) de Fremery, D. and Pool, M. F.: *Food Res.* **25**, 73 (1960).
19) 藤巻正生・古城健三：本誌，**19**，499 (1953).
20) 斎藤　要・日高富男：鹿大紀要，**4**，90 (1955).
21) 野口栄三郎：日水研報，No. 5, 1 (1957).
22) Whitaker, J. R.: *Adv. Food. Res.*, **9**, 1 (1959).
23) Tsao, T-C.: *Biochim. et Biophys. Acta*, **11**, 236 (1953).
24) Blum, J. J. and Morales, M. F.: *Arch. Biochem. Biophys.*, **43**, 208 (1953).
25) Bailey, K.: “The Proteins”, Vol. II, p. 994 (1954).
26) Bendall, J. R.: *J. Physiol.*, **114**, 71 (1951).
27) Bate-Smith, E. C. and Bendall, J. R.: *Brit. Med. Bull.*, **12**, 230 (1956).
28) Hamm, R.: *Fleischwirtschaft*, **10**, 80 (1958).
29) Marsh, B. B.: *Nature*, **167**, 1065 (1951).
30) Marsh, B. B.: *Biochim. et Biophys. Acta*, **9**, 247 (1952).
31) Hamm, R.: *Fleischwirtschaft*, **8**, 266, 340 (1956).
32) Arnold, N., Wierbicki, W. and Deatherage, F. E.: *Food Tech.* **10**, 245 (1956).
33) Szent-Györgyi, A.: *Biol. Bull. Woods Hole*, **96**, 162 (1949).
34) Bendall, J. R. and Marsh, B. B.: Advance Proof of the Eighth Internat. Congr. of Refrigeration (1951).
35) Howard, A. and Lawrie, R. A. (1956). 22*, p. 28.
36) Bozler, E.: *Amer. J. Physiol.*, **167**, 276 (1951). 37*, p. 317.
37) Hamm, R.: *Biochem. Z.*, **328**, 309 (1956).
38) Singer, T. P. and Barron, E. S. G.: *Proc. Soc. Exptl, Biol. Med.*, **56**, 120 (1944). 22*, p. 22.

39) KUSCHINSKY, G. and TURBA, F.: *Experientia*, **6**, 103 (1950).
40) PORTZEHL, H.: *Z. Naturforsch.*, **7b**, 1 (1952).
41) BAILY, K. and MARSH, B. B.: *Biochim. et Biophys. Acta*, **9**, 133 (1952).
42) BATE-SMITH, E. C.: *Adv. Food Res.* **I**, 1 (1948).
43) BANIFIELD, F. H.: *J. Soc. Chem. Ind.* **54**, 411 T. 42*, p. 18.
44) ROWAN, A. N. (1940) Dissertation for M. Sc. degree Univ. of Cambridge. 27*, p. 235.
45) BOZLER, E. and COLE, K. S.: *J. Cell. Comp. Physiol.* **6**, 229 (1935). 27*, p. 235.
46) CALLOW, E. H.: *Rep. Fd. Invest. Bd. London* 1937, p. 46 (1938). 27*, p. 235.
47) DEUTICKE, H. J.: *Z. physiol. Chem.*, **210**, 97 (1932).
48) WIERBICKI, E., KUNKLE, L. E., CAHILL, V. R. and DEATHERAGE, F. E.: *Food Tech.* **10**, 80 (1956).
49) 藤巻正生: 農化, **32**, 689 (1958).
50) 藤巻正生・中島 裕: 農化, **32**, 695 (1958).
51) 斎藤 要・日高富男: 本誌, **24**, 196 (1958).
52) FUJIMAKI, M. and ARAKAWA, N.: *Bull. Agr. Chem. Soc. Japan*, **22**, 249 (1958).
53) SZENT-GYÖRGYI, A.: "Chemistry of Muscular Contraction", Acad. Press, N. Y. (1947), p. 13.
54) MORALES, M. F., BOTTS, J., BLUM, J. J. and HILL, T. L.: *Physiol. Revs.* **35**, 475 (1955).
55) GRAU, R., HAMM, R. und BAUMANN, A.: *Naturwissenschaften*, **40**, 535 (1953).
56) MANDL, J. A. et al.: *Biochim. et Biophys. Acta*, **8**, 654 (1954). 37*, p. 319.

抄　　録

Herring の孵化，飼育についての生物学的観察 J.H.S. BLAXTER und G. HEMPEL: *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* **7** (5), 260-283 (1961). Elbe 湾と Keil の入江における春期産卵 Herring の卵，精子を用いて，孵化，飼育実験を行ない，さらに Kiel の卵と 6 週間凍結保存された Clyd（スコットランド）で得られた精子との交配に成功した。卵，仔魚は各々 5, 8, 11, 14°C の水温に保たれた容量 120*l* の循環式水槽中で室温一定，人工光線を用いて飼育を行ない，卵黄吸収後は常温（5 月約8°～8 月約 15°C）に移した。孵化直後の体長は低温飼育のものでは，高温のものよりも大きく，卵黄は小さい傾向がみられ，前期仔魚期の終りでは 8°Cで飼育されたものが最大の体長を示した。Kiel ×Clyd と Kiel × Kiel の間には体長，孵化率の相違は認められない。孵化直後と前期仔魚期の終りの体長は塩分 15‰ で最大を示した。卵黄吸収直後に大部分は斃死するが，適当な餌がなかつたためと認められ，もつとも高い生残率は海中のプランクトンとアルテミヤのノープリウスを与えた水槽中のものにみられた。他の斃死原因は空気泡を呑み込んだためで，水面から泡を除去することによつて好結果が得られた。以後 16～20 mm までの数週間の生残率は比較的高い。この期の斃死の原因は機能的に未発達な鰾および体表面の体容積の関係による呼吸困難が考えられる。脊椎骨が発達する体長25 mm までの生き残りは卵黄吸収直後の 5 %（孵化直後からは 0.1～0.3%）で 30～35mm, 3～4 カ月で“カエリ”になる。（鈴木秀弥）

水系の特性による北海北部の稚仔魚の生き残り J.H. FRASER, D.Sc.: *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* **41** (2), 305-312 (1961). スコットランドの調査船で 1946～'50 年に得られたプランクトン中 SAGITTA SETOSA, S. ELEGANS の出現の有無と稚仔の出現量との関係を調査した。サバの稚仔が多量に出現した 1950 年を除いて，一般に稚仔魚は S. ELEGANS の優勢なときに多量出現し，逆に S. SETOSA 出現時には少ない。S. SETOSA, S. ELEGANS がともに出現したときには単一種の場合の中間的出現量を示した。しかしニシン科の稚仔は S. ELEGANS の単一出現時および両種とも出現したときに多量出現した。卵は稚仔の場合とは逆で S. SETOSA の優勢なときに多量出現した。1951～'56 年では S. ELEGANS の出現有無と稚仔の出現量との関係を月別平均で検討した。稚仔は S. ELEGANS の出現時に多く，卵は一般にその逆の関係にあつた。Cod, Haddock の発育初期卵では S. ELEGANS 出現時に多量の出現をみる場合もあるが，さらに発育の進んだものでは両種とも S. ELEGANS の出現と一致した。英仏海峡における 1930～39 年の資料からは，卵について明瞭な関係が認められないが，稚仔は混合水の優勢なときに多い。一般に稚仔の量は S. ELEGANS の出現によつて指標される混合水中に非常に多い。このことは混合水中に稚仔の餌が多量に存在しその量が稚仔の生き残りに密接に関与していることを示唆している。（鈴木秀弥）

日本東南水域における橈脚類の垂直分布と日周垂直移動について A.K. HEINRICH: *Bulletin of the Institute of Oceanology Academy of Science*, USSR, **14**, 82～102 (1961). 日本列島東南方黒潮流域における橈脚類の垂直分布および日周垂直移動を調べた。試料はソビエト海洋調査船「ヴィチャーズ」号により 1955 年 9 月 18 日から同 10 月 14 日までに採集されたものである。水深 0～200m を表層，200～500m を中間層，500m 以深を底層と分けた。この水域の橈脚類の垂直分布は 4 つの型に分けられる。(1) 表層の上層，(2) 表層の下層，(3) 中間層，(4) 底層に各分布の中心をもつものがこれである。日中多くの種類は 25m 以深に分布の中心をもち，正午にはもつとも深く，夜中にはもつとも浅く位置する。全 Calanoida の biomass としてみると，1日の間に0～100 m 深さまでの分布中心の移動が行なわれる。中間層の橈脚類の biomass は表層の下層の biomass よりも少ない。冷水域と異なり，熱帯水域では表層に小型橈脚類が濃密であるという現象はみられない。500 m の深さまでの水層では一様に 0.36～0.90 mm の大きさの橈脚類が卓越していた。これは熱帯水域では冷水域より橈脚類の餌となるものの分布が一様なためである。概して熱帯水域のプランクトンの垂直移動は冷水域のプランクトンほど激しくはないことは大きな特徴であろう。（榎本義正）

Trawl 用電力ケーブルの実験 RICHARD L. MCNEELY: *Com. Fish. Rev*, **23** (4), 1～7 (1961). トロール用電気ケーブルの発展は最近著しいものがあるが，1959～'60 年に行なつた実験の結果および経過はつぎの通りである。すなわち，電気ケーブルの一部に取り付けてある水温測定器は 25°C で 1000 ohm の Thormistor を有し，Otter-board 付近のケーブルに取り付けて，これによる水温記録と魚探機による網の位置とその付近の魚群の分布および量との関係を判定するのに役立たしめる。海底接着指示器は Otter-board の下辺に装置して蝶番型杆で作動するようにして，海底との接着状態を記録し，適正なる曳網時間を決定するのに有効である。漁獲量および網の張力の測定器は直径 1 インチ，長さ11 インチの Liner-displacement electrical dynamometer で構成されている。この測定器には径 1/4インチのコードを左側袖網と魚捕部の網目を通して Cod-end の端から 8 フィートの位置に装置してある

測定器に取り付けた場合でも，比較的安定した記録が得られるようになつた。その他の改良した個所としては，これらの計器を1個所が製作する計器室を中心にした電気回路の電力を 45 ボルトから9ボルト D.C. までに下げることができた。またケーブル接続部の Fairlead ring の改良によつて，この付近でしばしば生じたケーブルの切断などの事故を減少せしめることができた。曳索内部の銅線は No. 22 A.W.G. を6本から 42 本に増加せしめるとともに柔軟性を持たせた。これを大型トロールに使用した場合 250 回の曳網に耐えたが，1,200 フィート以上伸ばしたときには外側の Steel strand がバラけることがあつた。（森敬四郎）

水中テレビによる生態観察 JAMES M. CROSSEN: *Ann. Rep. of Woods Hole Biol. Lab.*, **99** (1960). 1959 年秋に Stellwagen Bank で水中テレビによる電気漁法における魚群の生態観察を行なつた。すなわち，カメラは Trawl 網の Belly 部から網口の方向に取り付け，電気漁具装置の陽極部は底からやや離して Ground wire の約 10 フィート前方にまた陰極部は網内 40 フィートのところにそれぞれ設置した。電極部はゴムで被覆したV型銅製パイプでケーブルを通じて 80 Amp. (136 Kilo-Watt), 最高 1,700 Volt の電流を通す。また毎秒約 50 サイクルの周波数と所定の振巾で Ignitron を通してコンデンサーの大型 Bank を放電または蓄電する。これらの装置を有する Trawl 網を水深 11～15 尋の海域で曳網した結果，すべての魚種は磁場内に入ると反応を示し，明らかに電流麻痺したと認められたものはないが，マコガレイやガンギエイの一種は一般に魚体を捻じり，とくに前者は頭部から尾部へ体を曲げ，後者は左右の鰭端を曲げる。また *Silver hake* は電流麻痺にかかつたように腹を上にして網に入るのを観察したが，水中の可視距離が約 15 フィートに過ぎなかつたため，磁場の有効範囲を確めることができなかつた。（森敬四郎）

カラフトマスとサケのバレンツ海および白海への移殖 ISAEV, A.I.: *Yoprosy Ikhtiologii*, Tom 1 Vyp. 1 (18), 46-51 (1961). 1956 年以降，太平洋産サケをフィンランド東側ソ連領コラ半島諸河川に移殖する試みがソ連によつて行なわれ，1960年になつて，この地方にカラフトマスの産卵回遊がみられるようになつた。1956～'57 年の年末にアハリンの孵化場からムルマンスクの孵化場にカラフトマス卵 4848万粒，サケ卵 1264 万粒を空輸した。卵の輸送にはポリスチロール製の輸送箱（50×46×56 cm）を用い，1箱でカラフトマス卵の場合には 25 万粒，サケ卵では 19 万粒を輸送できる。3～7 昼夜の輸送で死亡率はカラフト卵 1.8%，サケ卵 0.5%であつた。1957～'60年にわたつて，これらの卵から孵化したカラフトマス稚魚 3932 万尾，サケ稚魚 968 万尾をコラ半島の諸河川に放流した。'57，'58 の両年は孵化後間もなくのものを放流したが，'59 年以降は 4～5 月，水温 2～5°C になつて稚魚が摂餌しはじめてから放流した。川口を降る稚魚は，カラフトマスでは，5 cm，1 g，サケでは 5.6 cm，2.2 g くらいに成長していた。1960年7月になつて，バレンツ海や白海沿岸で体長 55 cm くらい，体重 1.5～2.1 kg に成長したカラフトマスが採捕されるようになつた。ポノイで 11547 尾，ピャリッアで 11826 尾，チャポマで 25117 尾が採捕されたのをはじめ，各地で計 70,208 尾のカラフトマスを採捕できた。カラフトマスの稚魚放流は毎年継続されているが，今後の天然繁殖は，コラ半島諸河川の産卵場環境の適否によるところが大きい。（野村　稔）

緑変マグロに対する観察 A.M. DOLLAR, A.M. GOLDNER, W. D. BROWN and H. S. OLCOTT: *Food Technol.*, **15** (5), 253—255 (1961). 緑変しやすいマグロロインを生原料のうちに区別する方法として，HIRAO らはマグロの腎臓の水懸濁液の色調によつて判別することを報告した。

著者らはロインの緑変と腎臓の水懸濁液の色調との関係をさらに検討し，あわせて緑変マグロの化学的諸性状を調べ次の結果を得た。緑変マグロの腎臓の水懸濁液の色調は正常のものに比べて黒色である。しかしこのことは個体差もあり，それほど規則的でないので，このことだけによつてロインの緑変をあらかじめ判別することはできない。腎臓の水抽出液とロインの 0.001M EDTA 抽出液の可視部における吸収曲線から，緑変したものは全筋肉色素量が少なく，しかもその吸収曲線の形は酸化した色素のそれによく似ていることが認められた。またロインの油脂の過酸化物価は緑変したもののほうが高かつた。このようなことからマグロロインの緑変化は筋肉色素の一種の酸化に基ずくものであろうと思われる。この他に測定した pH 値（腎臓），揮発性塩基（ロイン），全還元性物質（ロイン），SH-基（ロイン，腎臓），粗脂肪量（ロイン），TAB 値（ロイン）などには満足すべき差異は認められなかつた。結局，現在までのところ緑変しやすいマグロを生原料のうちに見分け得る満足すべき方法はない。（小泉千秋）

チオバルビツール酸によるビタミン A アルデヒドの定量 S. FUTTERMAN and L. D. SASLAW: *J. Biol. Chem.*, **236** (6), 1652—1657 (1961). ビタミン A アルデヒド (VAA) の定量法には CARR PRICE 反応，1,3-dichloro-2-propanol との反応，紫外吸収法などがあるが補正を必要とする。またアミン，濃鉱酸，ローダミンなどとの反応も知られているが定量には適しない。そこで，チオバルビツール酸による簡単な VAA の比色定量法を案出した。**試薬** (1) チオ尿素 4 g を氷酢酸 100 ml に溶解する。(2) チオバルビツール酸 600 mg を無水エタノール 100 ml に溶解する。**方法** 90%エタノール 3 ml 中に VAA を 2～20 μg 含むように調製した標準 VAA あるいは組織抽出液に (1) 1 ml, (2) 1, m

を加え，よく混合する。室温 30 分暗所に放置した後，発現した色を BECKMAN DU 型分光光度計で 530 mμ の吸光度について測定する。全トランス-，9-シス-，13-シス-VAA はすべて同じ発色度 (530mμ で $\epsilon=58,000$) を与える。水分が多いと発色がやや阻害され，また λ_{max} は長波長側にずれる。VA および β-カロチンは発色しない。VA は DPN の存在下に肝臓アルデヒド脱水素酵素により酸化し，VAA として定量できる。組織の抽出は 10 倍容エタノールで行なうが，濁ることがあるから n-プロパノールも用いられる。チオバルビツール酸試薬はペーク口展開 (Et OH:水, 4:6) の VAA 検出 (Rf 0.5) にも応用できる。(永山文男)

魚のコラーゲンのアミノ酸組成 K.A. PIEZ and G. GROSS: *J. Biol. Chem.*, **235** (4), 995–998 (1960). コイのウロコ，皮および浮袋，タラの皮およびカマスの皮から得たコラーゲンのアミノ酸組成を明らかにした。コイ浮袋以外はゼラチンとして分析した。これらのコラーゲンは哺乳動物のそれに比べて Pro と Hypro が少なく Ser, Thr, Met が多い。コイでは皮のコラーゲンに Hylys, 浮袋のそれに Tyr が少ない点を除けば組成は三者ともほとんど同じである。タラの皮のコラーゲンはコイのそれに比べ Ser, His が多く，Pro, Hypro が少ない。カマスの皮のコラーゲンは His が多く，Tyr が少ない点以外はコイのそれに似ている。コイの皮の組成は次のようである。Gly (317), Ala (120), Val (19), Ileu (12), Leu (25), Pro (124), Hypro (73), Phe (14), Tyr (3.2), Ser (43), Thr (27), Met (12), Cys (<1), Hylys (4.5), Lys (27), His (4.5), Arg (53), Asp (47), Glu (74) (カッコ内の数字はコラーゲンのアミノ酸残基 1000 に対する数)。またコラーゲンの熱収縮温度とアミノ酸組成に関して，収縮温度は Hypro だけでなく Pro をも含めた imino acid の総数に関係することが知れた。したがつて，コラーゲンの分子構造は Hypro の水素結合によるよりは imino acid の pyrrolidine ring の立体的因子によつて安定化しているものと考えられる。種々のコラーゲン中の水酸基の数はほぼ一定であることからも Hypro の水素結合だけが特殊な役割を演ずるとは考え難い。Hypro の水素結合は分子間にあるものと思われる。(永山文男)

ニシンミールの貯蔵における温度と酸化防止剤の影響 B.E. MARCH, J. BIELY, C. GOUDIE, F, CLAGGETT, and H.L.A. TARR: *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **38** (2) 80–84 (1961). ニシンのミールを (A) 常温 (25.5°C.), (B) 低温 (−20°C.), (C) 1 夜間低温にさらして凍結し以後常温，(D) 1 夜間低温にさらして凍結し以後低温，(E) 1 週間常温で貯蔵後 BHT (酸化防止剤) を 0.15% 加えたのち常温，(F) 製造直後のミールに BHT を 0.15% 加えたのち常温，の各条件下で貯蔵し，それぞれについてエーテル抽出物のヨウ素価，蛋白質の消化率，粗脂肪量を測定するとともに，ヒヨコの飼育試験を行なつた。その結果，(1) 常温よりも低温で貯蔵したほうが，エーテル可溶性物質の量とヨウ素価の減少がきわめて大きいが，酸化防止剤で処理するとこの減少が防止される。(2) 脂質が複合体 (ミールを HCl で処理後アセトンでのみ抽出される) を形成するのは貯蔵の初期におこり，6 週間後に減少を示す。(これは酸化と重合の進展により，さらに強固な化合物を形成するためと考えられる。) (3) ペプシン消化率測定の結果，非消化性 N の量は BTH 処理のものが最低で，低温で処理したものが最大であつた。(4) ヒヨコの飼料における蛋白質およびビタミン B 給源としての栄養価は，9 カ月貯蔵後のものにおいても，すべてのミールが同様であつた。精製した飼料における蛋白質の単一給源としては (D) が他のものより成長が悪かつた。

(外山健三)

血液 pH の比色測定法 F. L. RODKEY: *J. Biol. Chem.*, **236** (5) 1589–1594 (1961). 簡便な血液 pH の比色測定法を案出した。**試薬** (**1**) 流動パラフィン，(**2**) 0.04% フェノールレッド，(**3**) 3.35 M NaCl，(**4**) 0.25 M ナフタレン-β-スルフォン酸ソーダ (活性炭で脱色)，(**5**) 0.25 M NaF，(**6**) **3**, **4**, **5** 各 10 ml, **2** 4ml を混じ蒸留水で 250 ml にする。(pH 7.4～7.6)，(**7**) **2** を含まない **6** と同様の液。試薬に用いる蒸溜水は炭酸を含んではいけない。**器具** 550 mμ の吸光度を測定できる光電光度計；4 ml の自動シリンジ 2 ケ；38.5°C の湯煎。**方法** 試験管に流動パラフィン 1.5 ml ずつを入れておく。1 本に **6** を 4 ml (D)，1 本には **7** を 4 ml 入れ (B)，それぞれに試料 0.2 ml を加える。また **6** と **7** 各 4 ml，0.2 M NaOH 0.4 ml を混じたもの (R) を 1 本つくる。これらを 38.5° に 10 分間保つた後取り出し，液温が 37° になつたとき 550 mμ の吸光度を読む。光度計指針は 7 液で 0 に調製しておく。試料が全血の場合は吸光度測定前に，600×g 5 分間遠心分離する。**計算** 試料の pH は次式により算出される。

$$pH_D = pK_i' + log \frac{A_D - A_B}{2A_R - (A_D - A_B)}$$

ただし pH_D は試料の pH, pK_i' は 7.58, A_D は試料液についての吸光度，A_B は空試験，A_R は参考試験の吸光度。本法で得られる pH 値はガラス電極での測定値より 0.13 大きい。

(永山文男)

雑　　録

○理 事 会

1. 開催日　昭和 36 年 9 月 15 日（金）午後 2 時
2. 場　所　東京水産大学大会議室
3. 出席者　田内会長以下 17 名
4. 議　題

a　文部省刊行補助金が本年度 25 万円決定の通知があつたので，予算の変更を決めた。

b　F.A.O. よりの照会に関して安藤理事を主務者として検討する。

c　化学用語統一に関する件は日比谷理事を主務者として検討する。

d　会費未納者に対しては会誌の送達を 12 月までとして，その後は会費納入まで停止する。葉書で納入の督促を行なうとともに送達一時停止を通知する。

e　渉外関係：

i）Miami University
Bulletin of Marine Science of the Gulf and Caribbean と 27 巻 1 号より交換可決

ii）Narragansett Marine Laboratory of the University of Rode Island
Collected Reprints との交換否決

iii）朝鮮大学校資料編集委員会編纂の“資料”との交換否決

iv）F.A.O. よりの書類「鮮魚，冷凍魚，缶詰魚その他の加工魚の処理，取り扱い，標準化，品質の調整と検査に関する法律と規則」についての取り扱い方法の相談

f　入会承認
普通会員　26 名
外国会員　2 名

○編集会議

日　時　昭和 36 年 9 月 15 日
場　所　東京水産大学大会議室
出席者　編集長以下 10 名
議　事

1. 右田正男氏の綜述 2 篇につき橋本副編集長より説明
2. 10 号掲載予定原稿の報告
3. 学会所蔵の外国文献別刷リストはまとめて付録として印刷することにした。
4. 編集理事，幹事が長期出張したときの編集事務の運営について討議した。

正　　誤　　表

Vol. 27, No. 9.

頁	行	誤	正
842	1 行目	$T=\frac{1}{C-a-b}(Log\cdot e^{\frac{a}{a+b}}$ (1)	$T=\frac{1}{C-a-b}\left(Log\, e\frac{C}{a+b}\right)$ (1)

新着外国文献案内 (1961. 9. 1~30)

PERIODICALS

Annales Zoologici Societatis Zoologicae Botanicae Fennicae 'Vanamo'. Helsinki. Tomo 22. No. 5. 1960.

Annual Report. Freshwater Biological Association. Ambleside. England. Twenty-Ninth. 1961.

Archivum Societatis zoologicae-botanicae fennicae 'Vanamo'. Helsinki. 15: 1-2. 1960. 16: suppl. 1961.

Australian Journal of Marine and Freshwater Research. Melbourne. Vol. 12. No. 1. 1961.

Bioloski Glasnik. Zagreb. Jugoslavija. 13: 2-3. 1960.

Boletín del Institute español de oceanografia. Madrid. No. 104. 1961.

Bulletin de l'Institut International du Froid. Paris. Tome XLI. No. 3. 1961.

Bulletin of Pusan Fisheries College. Vol. III. No. 1-2. 1960.

Collected Papers. Freshwater Biological Association. Ambleside. England. 1960.

Commercial Fisheries Review. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C. Vol. 23. No. 7. 1961.

Contributions to Marine Biology from the University of Wales. 1959-1960.

Fishery Leaflet. U.S. Fish and Wildlife Service. Washington, D.C. 254. Rev. Aug. 1961.

Il Giornale della Pesca. Rome. Anno XI. No. 10. 11. 12. 1961.

Journal of the Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. Vol. 18. No. 3. 1961.

List of Accessions to the Library. Science Museum Library. London. Nos. 1584 1585 1586 1587.

Marine Research. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland. 1961 No. 2.

Revue des travaux de l'Institut des peches maritimes. Paris. Tome XXV. Fasc. 2. 1961.

Rit Fiskideildar. Reykjavik. Iceland. Vol. II. No. 9. 10. 1961.

Scientific Publication. Freshwater Biological Association. Ambleside. England. No. 19. 1960.

Tidsskrift for Hermetikindustri. Stavanger. Norway. Aargang 47. Nr. 7. 8. 1961.

Vie et milieu. Bulletin du Laboratorie Arago. Universite de Paris. Tome XII. Fasc. 1. 1961.

Известия академии наук ссср. серия биологическая. 1961. No. 4.

Рыбоводство и Рыболовство. 1961. No. 4.

REPRINTS

KABATA, Z. (1961) A new genus and species of trematode parasitic in *Macrurus fabricii* (SUNDEVAL), a deep-sea fish. Proc. Zool. Soc. Lond. Vol. 136. part 2. pp. 285-292.

KABATA, Z. (1961) *Lernaeocera branchialis* (L.) a parasitic copepod from the European and American shores of the Atlantic. Crustaceana. Vol. 2. Part 3. pp. 243-249.

LUCAS, C. E. (1961) Interrelationships between Aquatic Organisms Mediated by External Metabolities. Oceanography. American Association for the Advancement of Science. pp. 499-517.

STEELE, J. H. (1961) Primary Production. Oceanography. Oceanography. American Association for the Advancement of Science. pp. 519-538.

SEPARATE VOLUMES

FISHER, L. J. (1960) An annotated bibligraphy of flushing and dispersion in tidal waters. Special Publication No. 33. U.S. Navy Hydrographic Office. Washington, D.C. pp. 34.

Академия наук ссср. Институт морфологии животны им. Северцова. (1961) Руководство по изучению питания рыб в естественных условиях. Москва. pp. 262.

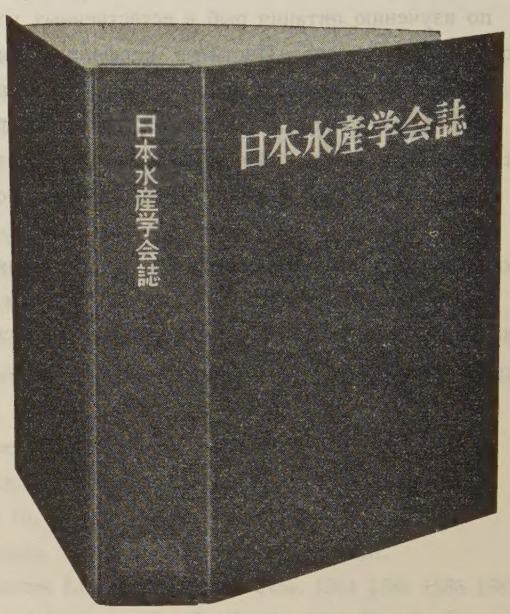
Академия наук ссср. Институт морфологии животны им. Северцва. (1961) Работы по экологической морфологии и физиологии рыб. Труды института морфологии животных им. А. Н. Северцова. Вып. 33. Москва. pp. 218.

Академия наук ссср. Зоологическоии йнститут. (1960) Материалы по паразитологии рыб дальневосточных морей. Труды зоологического института. Том XXVIII. Москва. pp. 256.

Академия наук ссср. Ихтиологическая комиссия. (1960) Труды совещания по биологическии основам океанического рыболовства. Труды совещаний. Вып. 10. Москва. pp. 262.

Акалемия наук ссср. Ихтиологическая комиссия. (1961) Труды совещания по динамике численности рыб. Труды совещаний. Вып. 13. Москва. pp. 495.

会誌 論文集 合本用ファイル (B5判) 実費頒布御通知



水産学会誌1年分を簡単に製本出来る。

冊誌を傷めず保存できる。

穴をあげず，糊も使わず合本出来る。

中の何れでも取外しが簡易。

頒価　厚さ 4.5 cm　¥ 120

〃　6.0 cm　¥ 130

1冊　〒 ¥ 50

御希望の向は代金を添え日本水産学会事務局へ御申越下さい。

○学会所定原稿用紙 価格送料共　金 120 円

但し掲載カード送付御希望の際は重量超過のため5枚ごとに 10 円ずつ追加となります。

昭和三十六年十月二十日 印刷
昭和三十六年十月二十五日 発行

第二十七巻 第十号

本号定価 150 円
(送料別)

編集兼発行者　大島泰雄
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内

発行所　日本水産学会
東京都港区芝海岸通り6丁目　東京水産大学内
振替口座　東京 59529 番
電話 (451) 2200 番

印刷者　笠井康頼

印刷所　株式会社 国際文献印刷社

発売所　株式会社 国際文献印刷社
東京都新宿区山吹町184
電話 (341) 7446・9635